

9. INTERNATIONAL

MEDITERRANEAN

SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

13-14 December 2025

ANTALYA

EDITORS:

Prof. Dr. Ayşe Nur BUYRUK AKBABA

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ

Assoc. Prof. Murat POLAT

Assist. Prof. Dr. Merve BULDAÇ



www.isarconference.org

İKSAD Publishing House

CONGRESS BOOK

Copyright © 2025 by iksad publishing house

All rights reserved.
No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

December / 2025
Ankara / Türkiye

ISSUED: 25.12.2025

ISBN: ‘’ 978-625-378-509-3 ‘’

9. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

INDEX

CONGRES ID	**III-VI**
PROGRAM	**VII-XL**
GALLERY	**XLI-LV**
ACADEMIC INCENTIVE	**LVI**
NOTIFICATIONS	**LVII- LXXIV**

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

9. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE AND PLACE

13-14 DECEMBER 2025 ANTALYA/TÜRKİYE

ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EDITORS

GENEL KOORDİNATÖR

Yasemin AĞAOĞLU

ISBN: ‘’ 978-625-378-509-3 ‘’

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. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN	**Istanbul 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. Morakeng EDWARD	**Kenneth LEBAKA University Of Zululand**
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU	**Cumhuriyet University**
Prof. Dr. Jaın SADHNA	**Unıversıty Of Delhı**
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**
Prof. Dr. Orhan ZEYBEK	**Balıkesir 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**
Prof. Dr. Sancar BULUT	**Kayseri University**
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 University**
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ	**Atatürk University**
Assoc. Prof. Dr. Ersoy ZENGİN	**Munzur University**
Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ	**Mersin University**
Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV	**Azerbaycan Devlet İktisat 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. 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**
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**
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. Şebnem NOYAT	**Sakarya Applied Science University**
Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK	**Adıyaman University**
Dr. Tatia DOLİDZE	**European University**
Dr. Yaşar SUBAŞI	**Van Yüzüncü Yıl University**

9. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
13-14 DECEMBER 2025
ANTALYA

CONGRESS PROGRAM

PARTİCİPANT COUNTRIES

***ABD*/Algeria/Australia*/Azerbaijan/Bangladesh/Canada/China/Kazakhstan/Iran/India/Indonesia/ Lithuania /Nigeria/North-Cyprus/Malaysia/Morocco/Russia/Serbia/Saudi Arabia*/Pakistan**

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

MEETING ID: 832 7997 3695
PASSCODE: 845967
https://us02web.zoom.us/j/83279973695?pwd=H71vexk3bc14nYQ1R22Vzbu0Zs6R6v.1

13/12/2025/ Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	10 30 : 12 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Ali KÖROĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
From Sustainability To Belief: How Ethical And Social Responsibility Perceptions Shape Brand Evangelism In The Apparel Industry	Assist. Prof. Dr. Ali KÖROĞLU	Tokat Gaziosmanpaşa University
Conscientiousness And Recycling Behavior: An Evaluation In The Context Of The Moderating Role Of Parental Status	Gökhan KERSE Yağmur KERSE	Kafkas University
The Validity Of Employment Contracts Concluded With Foreigners Under Turkish Labour Law	Assoc. Prof. Ibrahim GORUCU Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK	Inonu University
Rest Break In Turkish Labour Law	Assoc. Prof. Ibrahim GORUCU Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK	Inonu University
Fear Of Missing Out In Financial Investment Decisions	Resc. Assist. Refik Erdem KOÇ	Kocaeli University
Future Projections Of Sustainable Aviation Fuels (Saf) Use And A Comparative Analysis Of Turkish Airlines And Pegasus Airlines	Resc. Assist. Ezgi Begüm AKINCI Assoc. Prof. Dr. Elif KORUYUCU	Gümüşhane University Eskişehir Technical University
Comparative Financial Efficiency of Tourism Companies in Turkey and Greece: A Multi-Criteria Decision-Making Approach	Assist. Prof. Dr. Vildan KİSTİK	Marmara University
Increased Esg Awareness In Smes And Its Effects On Business Performance: A Conceptual Assessment	Dr. Ahmet Tarık USTA Nagihan AKTAŞ	Gebze Technical University

13.12.2025 / Hall-2, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	10 30 : 12 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞULLARI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Assessment Of Health Risks Caused By Potentially Toxic Elements To Workers Exposed In Mica Quarries Operated In Türkiye	Prof. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞULLARI AslıKURNAZ Şeref TURHAN	Kastamonu University
On The Parametric Generalization Of A Bernstein-Type Operator	PHD Student, Emine GUVEN Assoc. Prof. Dr. Nazmiye GONUL BILGIN	Zonguldak Bülent Ecevit University
Non-Oscillatory Criteria For First Order Differential Equations With Piecewise Constant Argument Of Generalized Type	Güler KUTLU Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	Süleyman Demirel University
Oscillation Properties Of Solutions In First Order Differential Equations With Generalized Piecewise Constant Delay	Güler KUTLU Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	Süleyman Demirel University
Geometric Inequalities Of Anti-Invariant Riemannian Submerisions In Contact Type Manifolds	Assoc.Prof. Murat POLAT	Dicle University
A Fixed Point-Based Analysis Of A Novel Forward-Backward Splitting Algorithm	Yunus ATALAN Nihat KAPLAN	Aksaray University

13.12.2025 / Hall-3, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00 : 12 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ayşe İKİNCİ KELEŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Kinezyo Bantlamanın Adölesan İdiopatik Skolyozlu Bireylerde Ağrı, Postüral Asimetri ve Denge Üzerine Etkileri: Randomize Kontrollü Bir Pilot Çalışma	Lect. Dr. Mehmet Hanifi KAYA	Kırşehir Ahi Evran University
PNF Yaklaşımlarının Adölesan İdiopatik Skolyozlu Bireylerde Gövde Kontrolü, Denge ve Fonksiyonel Performans Üzerine Etkileri: Randomize Kontrollü Bir Pilot Çalışma	Lect. Dr. Mehmet Hanifi KAYA	Kırşehir Ahi Evran University
Nurses' Roles, Preparedness, and Educational Requirements in CBRN Incidents: A Current Literature Review	Prof. Dr. Abdullah ÖZKAN Assist. Prof. Dr. Vildan ÖZKAN Rumeysa NUR	İskenderun Technical University
Standardized Scoring Of Histopathological Alterations In Hippocampal Subregions	Assoc. Prof. Dr. Ayşe İKİNCİ KELEŞ	Aksaray University
Examination Of The Use Of Qualitative Research Methodology In Nursing: A Bibliometric Analysis Study	Resc.Assist. Melisa BULUT	Bolu Abant İzzet Baysal University

13.12.2025 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00 : 12 30		PASSCODE: 845967

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

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Place Of Probiotics In Women's Health	Midwife Emine Nur DAĞ Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL	Aksaray Merkez Taşpınar Family Health Center Sivas Cumhuriyet University
The Importance Of Vaginal Microbiota In Women's Health	Midwife Emine Nur DAĞ Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL	Aksaray Merkez Taşpınar Family Health Center Sivas Cumhuriyet University
Psychosocial Interventions In Neurodevelopmental Disorders (Adhd And Autism): A Narrative Review From A Psychiatric Nursing Perspective	Assist. Prof. Dr. Yasemin ÖZEL	Kastamonu University
Effectiveness Of Creative Therapeutic Techniques In Children And Adolescents: An Evidence-Based Review And Clinical Recommendations	Assist. Prof. Dr. Yasemin ÖZEL	Kastamonu University
Digital Violence Against Children: Conceptual Framework, Impacts, And Prevention Strategies	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University
Digital Stress And Children: A Contemporary Review In Light Of The Lıterature	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University

13.12.2025 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00 : 12 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Resc. Assist. Dr. Ayşe DAĞISTAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Relationship Between Blood Pressure Awareness, Insight, And Self-Efficacy İn Individuals With Hypertension: A Cross- Sectional Study	Hilal UYSAL İlayda YILDIRIM	Bartın University
Imuniplant and Neuropolen impact on microbiote and metabolites in Parkinson's disease	Major Gheorghe GIURGIU Prof dr med Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center/Titu Maiorescu University
A Rare Lung Disease Case Of Pulmonary Alveolar Microlithiasis (Pam): Clinical Presentation, Chest Ct, And Tc-99m Mdp Bone Scintigraphy Findings For Diagnosis	M.Zeki YILMAZTEKİN Ferit DOĞAN	Harran University
Trends In Digital Health And Mobile Applications In Hypertension Management: A Bibliometric Analysis (2015–2025)	Resc. Assist. Dr. Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ	Akdeniz University
Stress Management Interventions And Cardiovascular Risk In Women: 2010–2025 Bibliometric Analysis	Resc. Assist. Dr. Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ	Akdeniz University
New Perspectives In Fermented Foods And Their Health Relevance	Gülçin ŞATIR	Suleyman Demirel University

13.12.2025 / Hall-6, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00 : 12 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. M. Sabri GÖK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Head Impact Analysis And Evaluation Of Hic Values In Vehicle Hood Systems Within The Scope Of Pedestrian Safety	Buse Şimay BOZKURT Harun GÜÇLÜ	Bursa Uludag University
Investigation Of The Effects Of Surface Modification By Cold Plasma And Fluorination On Contact Angle In Tpo Materials	Serkan SONCU, İsaf ERGÜN BULUT, Kadir ÇAVDAR ÇAĞIN YILDIZ	FCB Ar-GMühendislik Hizmetleri Tic. ve San. Ltd. Şti. Demo Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi Bursa Uludag University
Applications Used In Green Buildings, Energy Analysis And Bim-Bem Integration	Rabianur YAŞAR Altuğ KARABEY	Van Yüzüncü Yıl University
Rice Husk-Reinforced Polyvinyl Chloride Matrixcomposites: Production And Characterization	Salih DURGUT, Assoc. Prof. 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
Optimization Of Processing Parameters Of Metals Using Machine Learning Method	Şevket AK Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	Bartın University
High Entropy Alloys	Utku KÖK Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	Bartın University
An Ansys-Based Investigation Of The Electromagnetic Properties Of Aircraft Nose Radom With Different Fiber Reinforcements	Lect. Serkan GÜNEŞ Prof. Dr. Mürsel EKREM	Ostim Technical University, Necmettin Erbakan University
Virtual Validation Of Composite Aircraft Nose Radomes	Lect. Serkan GÜNEŞ Prof. Dr. Mürsel EKREM	Ostim Technical University, Necmettin Erbakan University

13.12.2025 / Hall-7, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00 : 12 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Beyhan ADANUR DEDETURK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Benchmarking Hallucination In Turkish Large Language Models: A Multi-Domain Comparative Study	Assist. Prof. Dr. Tunahan TİMUÇİN	Duzce University
An Asymmetry-Based Hybrid (On-Off + Pıd) Temperature Control Strategy For A Climate Chamber: Design And Experimental Validation	Dr. Oğuzhan COŞKUN Emre HACİİSKENDEROĞLU Erkan EGELİ	EMKO Elektronik A.Ş., AR-GE
Comparative Analysis Of Meta-Heuristic Methods In Support Vector Machine Parameter Optimization	Zübeyir Şükrü ÖZKORUCU Turgut ÖZSEVEN	Tokat Gaziosmanpasa University
Robust Global Model Aggregation And Validation In Federated Learning	Dr. Beyhan ADANUR DEDETURK	Abdullah Gül University
Radar Signal Denoising: A Comparative Study Using Unet, Gan, And Autoencoder-Based Deep Learning Models	Resc.Assist. Kevser İrem DANACI Assist. Prof. Dr. Sıtkı AKKAYA	Sivas University of Science and Technology
Automated Dental Caption Generation Via Deep Encoder- Decoder Networks	Şefiye ARICAN Ahmet Selçuk KÜREN Buket TOPTAŞ	Bandırma Onyedi Eylül University
Broadband Quasi-Yagi Antenna With Srr-Based Enhancement For Breast Cancer Hyperthermia Applications	Anıl ARSLAN	Istanbul Technical University
Smart Waste Management For Kadıköy District: An Integrated Optimization Approach Based On Location-Allocation And VPPPA	İzel BOZDEMİR Dursun Zafer ŞEKER	Istanbul Teknik University

13.12.2025 / Hall-8, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Gülsüm KORALTÜRK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
New Trends In Image-Based Landmark Detection: Hybrid Segmentation–Coordinate Systems	Dr. Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK	Süleyman Demirel University
Recycling Plastics Used In Automotive: Efficiency And Cost Analysis Of Recycling Processes	Alican AKDENK	Pamukkale University
Yapay Zeka Destekli Değer Akış Haritalama: Dijital VSM İçin Kavramsal Bir Model Önerisi	Özgür ŞAHİN Resc. Assist. Merve YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN	Bursa Technical University
Türkiye'de Değer Akış Haritalama (Vsm) Yöntemi Üzerine Yayınlanmış Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi	Özgür ŞAHİN Resc. Assist. Merve YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN	Bursa Technical University
Evaluation Of Marmaris Cruise Port In Terms Of Passenger Demand And Cruise Lines	Assist. Prof. Dr. Gülsüm KORALTÜRK	İstanbul University
Design And Construction Of A Low Cost Iot Enabled Electrolyte Ph Measurement System	Fatmanur TÜRKMEN Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA	Gazi University
Design And Implementation Of A Low-Cost, Iot-Based System For Electrical Conductivity (Ec) Measurement Using The Wenner Four-Probe Ac Impedance Technique	Kübra GÜLERYÜZ Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA	Gazi University
Comparative Evaluation Of Te-Ags Based Dc Motor Position Control Under Multiple Optimization Criteria	Lect. Dr. Batın DEMİRCAN Tuğçe YAREN	Balıkesir University

13.12.2025 / Hall-9, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Integration Of Asymmetric And Amorphous Edge Morphologies In Sisal Rug Construction	Ece Nisa ÇELİK Betül TURAN Assist. Prof. Dr. Gülbin FİDAN	Dokuteks Tekstil (Koza Halı Tasarım Merkezi), Gaziantep University
An Examination Of The Importance Of Proper Insulation In Fire Safety	Lect. Uğur MAZLUM Lect. Abdurrahman OLGUN	Gümüşhane University
An Empirical Study On Firefighting Personnel: Working Conditions, Job Satisfaction, And Organizational Commitment	Lect. Uğur MAZLUM Lect. Abdurrahman OLGUN	Gümüşhane University
International Accommodation Tax Practices And Their Effects On The Tourism Economy	Dr. Adnan AKIN Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN	Bolu Abant Izzet Baysal University
Economies Of Scale And Carbon Intensity In Container Ships: The Effect Of Vessel Size And Year Of Build On Co_2 Emissions Per Teu-Mile	Dr. Orçun GÜNDOĞAN Dr. Volkan ŞAHİN	Van Yuzuncu Yil University
Types And Causes Of Language Extınctıon	Lect. Dr. Recep HATİPOĞLU	Bursa Uludağ University
Hunayn Ibn Ishaq: The Great Translator Of Bayt Al-Hıkma (The House Of Wısdom) And Hıs Contrıbutıons To The Islamıc World	Lect. Dr. Recep HATİPOĞLU	Bursa Uludağ University
A Deep Learning-Based Predictive Maintenance Framework For Fault Prognosis In Manufacturing Processes In An Industry 4.0 Environment	Mustafa Eray DEMİRKESEN Prof. Dr. Gültekin ÖZDEMİR	Süleyman Demirel University
The Structure Of The Bassoon Reed And The Influence Of School-Specıfic Dıfferences On Musıcal Expressıon	Hande GÜNALAN	Trakya University

13.12.2025 / Hall-10, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assoc. Dr. Servet DEMİRBAŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Linguistic And Theological Separation Of The Words Allah And God: A Conceptual Analysis	Hasan ER	Yalova University
Is The Character Dead?	Sedat YAZICI Aslı YAZICI	Bartın University
A Pluralist Justification For Being Moral	Sedat YAZICI Aslı YAZICI	Bartın University
Kur'an-I Kerim'de Mecaz İfadelerin Psikolojik Yansıması	Assoc. Dr. Servet DEMİRBAŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt University
The Relationship Of The Hadiths Used By Ibn Miskeveyh (D. 421/1030) In His Work Called Al-Hikmatul-Khalida With The Concept Of Wisdom	Assoc. Prof. Dr. Garip AYDIN	Aksaray University

13.12.2025 / Hall-11, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Aynur GÖK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effects Of Static And Dynamic Stretching Exercises In Football	Şefika Çağlayan ARAS Assoc. Prof. Dr. Sezgin KORKMAZ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
The Element Of Fair Play In Individual And Team Sports	Tolga AYGÜN Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK Resc.Assist. Mete Berk DEMİRYOL	Gaziantep University
Kıtaların Olimpiyatlarda Faır Play Ve Cinsiyet Eşitliğine Bakış Açısı: Avrupa–Asya Karşılaştırması	Emre YAVUZ Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK Resc.Assist. Mete Berk DEMİRYOL	Gaziantep University
The Role Of The Russian Federation Ombudsman Institution In Gender Equality Oversight	Dr. Aynur GÖK	Gök Sağlık Çözümleri LTD.ŞTİ.

13.12.2025 / Hall-12, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof Dr. Abdülazim İBRAHİM

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Meta-Analysis On The Relationship Between Corporate Social Responsibility And Ethical Leadership	Assist. Prof. Dr. Onur OKTAYSOY Assoc. Prof. Dr. Selen UYGUNGİL ERDOĞAN Assoc. Prof. Dr. Ethem TOPÇUOĞLU	Kafkas University Osmaniye Korkut Ata University Giresun University
A Bibliometric Analysis Of The Dark Sides Of Leadership	Assoc. Prof. Dr. Selen UYGUNGİL ERDOĞAN Assoc. Prof. Dr. Ethem TOPÇUOĞLU Assist. Prof. Dr. Onur OKTAYSOY	Osmaniye Korkut Ata University, Giresun University, Kafkas University,
A Study On Repurposing Post-War Voids In Damascus As Blue-Green Infrastructure And Social Public Spaces	Viddurrahman GANNUM Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ	Karabük University
Anayasal Sınırlar Kapsamında Devletin Dijital Gözetimi	Aleyna AKDOĞAN	Karabük University
Dilemmas Arising from the Constitutional Arrangements on the Protection of Fundamental Rights and Freedoms by State Organs under the 1982 Constitution	Prof Dr. Ender Ethem ATAY Assist. Prof Dr. Abdülazim İBRAHİM	Karabük University
Normative and Practical Deficiencies in the Safeguards of Fundamental Rights and Freedoms under the 1982 Constitution of Turkey	Assist. Prof Dr. Abdülazim İBRAHİM	Karabük University
The Concept Of False Information As The Subject Matter Of The Crime Of Publicly Disseminating Misleading Information	Resc. Assist. Furkan KILINÇER Assoc. Prof. Dr. Hakan A. YAVUZ	Karabük University Ankara Yıldırım Beyazıt University
The Transformation Of The Principle Of Legality In Misdemeanor Law And The Application Of Framework Norms	Resc. Assist. Furkan KILINÇER	Karabük University Ankara Yıldırım Beyazıt University

13.12.2025 / Hall-13, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Güldane ARAZ AY

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Mathematical Aesthetics And Printmaking: A Classroom Practice Supporting Creativity In Sustainable Education	Prof. Dr. Güldane ARAZ AY	Anadolu University
The Construction Of Identity In Contemporary Turkish Painting Through Local Ornaments	Prof. Dr. Güldane ARAZ AY	Anadolu University
The Transformation Of Women's Entertainment Venues From The Ottoman Empire To The Present: The Women's Matinee	Assoc. Prof. Dr. Süleyman YURTTAŞ Sema MELEKOĞLU	Bayburt University
Dilan Polat As An Example Of Parasocial Relationship	Assoc. Prof. Dr. Süleyman YURTTAŞ Sema MELEKOĞLU	Bayburt University
A Study On The Bio-Psycho-Social Effects Of Exercise In The Female Life Cycle	Burakhan AYDEMİR İrem Yaren KAYIKCI	Karadeniz Techinical University
Goycha Ashig Environment, Formation And Development Paths	Filoloji bilimler doktoru. dos.Gülxani (Pənah) Şükürova	Azərbaycan Respublikası. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

13.12.2025 / Hall-14, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Filiz RANDA ZELYÜT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evolutionary And Genotype Insights Into Turnip Mosaic Virus (TUMV) From Bursa: A Cp Gene–Based Global Comparison	Esmanur KEKLİK Melisa Seher SÜNGÜLÜ Filiz RANDA ZELYÜT	Bilecik Seyh Edebali University
Sexed Bull Sperm Production And Major Studies	Nedim AKSOY Assist. Prof.Dr. Mehmet Ferit ÖZMEN	Dicle University
Effects Ofmeloxicam On Liver And Serum Redox Parameters: A Biochemical Preliminary Analysis	Assoc. Prof. Dr. Neşe Hayat AKSOY Assoc. Prof. Dr. Caner ÖZTÜRK Lect. Dr. Erkan ÖZKAN Res. Asst. Ramazan ARSLAN	Aksaray University
Prediction Of The Influence Of Meteorological Factors On The Sex Of Anatolian Water Buffalo Calves Using Artificial Intelligence Models	Assist. Prof. Dr. Oğuz AĞYAR Ferdi DOĞAN	Adıyaman University
A Case Of Mixed Parasitic Infection In A Goat	Resc. Assist. Ayşe EVCİ Dr. Ayşegül BULUT Veteriner Hekim Malak Najmalden Ghaibullah GHAİBULLLAH Prof. Dr. Özlem DERİNBAY EKİCİ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Burak ATEŞ	Selcuk University
Determination Of Gastrointestinal Parasites In Alternative Poultry Species: The Example Of Quail And Partridge	Veteriner Hekim Burak ÇELİK Resc. Assist. Ayşe EVCİ Veteriner Hekim Bengi Su ŞAHİN Prof. Dr. Nermin IŞIK USLU	Selcuk University

13.12.2025 / Hall-15, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sustainable Agricultural Food Production Systems Challenges And Solution Approaches	Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI Songül ÇAKMAKÇI	Çanakkale Onsekiz Mart University, Atatürk University
The Effect Of Mineral, Organic, And Biological Fertilizer And Their Integrated Use On Growth, Yield, And Quality In Wheat	Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI Halil İbrahim KILIÇ	Çanakkale Onsekiz Mart University
Determination Of Phenological And Some Morphological Characteristics Of Local Tomato Populations Collected From The Central And Eastern Black Sea Region	Andaç Kutay SAKA Adnan UĞUR	Ordu University
Remediation Of Industrial Wastewater Through Microalgal Biochar Application	Mehmet Hamis DOGRUER, Fatma GÜRBÜZ, Fatmagül Özge UYSAL, Önder UYSAL, Günay ÖZBAY Tolga BAHADIR	Aksaray University, Isparta Applied Sciences University
İnovasyonun Tarımsal Pazarlamaya Yansımaları	Assist. Prof. Dr. Figen ARSLAN KOÇKAYA	Sivas Cumhuriyet University

13.12.2025 / Hall-16, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Fatma AZİZOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Role Of Artificial Intelligence-Based Drought Prediction Models In Disaster Planning	Resc. Assist. Bilge BATAR	Tokat Gaziosmanpaşa University
Resilience Of The Water Supply Chain Under Drought Scenarios	Resc. Assist. Bilge BATAR	Tokat Gaziosmanpaşa University
Team Dynamics In Nursing: The Impact Of Collaboration, Trust, And Communication On Quality Of Care	Assist. Prof. Dr. Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University Akdeniz University
Evidence-Based Management Model In Clinical Nurse Leadership: Effects, Barriers, And Opportunities	Assist. Prof. Dr. Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University Akdeniz University
Examination Of Antinuclear Antibody Positivity In Diabetes Mellitus	Faruk DİŞLİ Sedat YILDIZ	Bingöl University İnönü University
In silico Analysis of Missense SNPs in the CHD8 Gene Associated With Autism	Assist. Prof. Dr. Mustafa ÇİÇEK	Karamanoglu Mehmetbey University

13.12.2025 / Hall-17, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Servet AŞKIN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Boron In Iğdır Şalak Aprıcot Determination After Acid Extraction Optimization In Microwave Oven By Icp-Ms	Assist. Prof. Dr. Servet AŞKIN	Iğdır University
Current Clinical Application Of Botulinum Toxin In Oral And Maxillofacial Surgery	Seçil ÇOBANOĞLU	Eskişehir Osmangazi University
Myofascial Pain Syndrome: Etiology, Diagnosis And Contemporary Treatment Approaches	Seçil ÇOBANOĞLU	Eskişehir Osmangazi University
The Relationship Between Upper Extremity Performance And Activities Of Daily Living In Patıents With Copd	Emre Furkan YİĞİTER Aysel YILDIZ ÖZER	Marmara University
Timing Of ATM And DNA-Pkc Phosphorylation Following Genome Editing By CRISPR/Cas9	Pınar BAHŞİ, Şeyma Nur POLAT Düriye Nur DAĞDELEN Fatma Zehra HAPİL ZEVKLİLER	Akdeniz University
Comparison Of In Vitro Release Kinetics Of Zonisamide-Loaded Formulations	Dr. Emre Şefik ÇAĞLAR Emine SALDAMLI Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR	University of Health Sciences
A General Evaluation Of Ocularly Administered Lipid-Based Systems	Dr. Emre Şefik ÇAĞLAR Emine SALDAMLI Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR	University of Health Sciences

13.12.2025 / Hall-18, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Molecular Docking And Pharmacokinetic Evaluation Of Cyanobiphenyl-Derived Schiff Bases As Drug Candidates	Suzan ŞAHİN DOĞAN Duygu AYDIN	Karamanoglu Mehmetbey University
Spectroscopic And Enzymatic Analysis Of Icaritin–Biomacromolecule Interactions	Mediha KARA Derya KILIÇASLAN	Kahramanmaras Sutcu Imam University
Synthesis Of 1-Methallyl-3-(3,5-Dimethylbenzyl)Benzimidazolium Bromide And Structural Characterization By Nmr Spectroscopy	Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN Prof. Dr. Elvan ÜSTÜN	Cumhuriyet University
Synthesis And Spectroscopic Characterization Of Bromo[1-Allyl-3-(3,5-Dimethylbenzyl)-5,6-Dimethylbenzimidazole-2-Ylidene]Sılver(I) Complex	Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN Prof. Dr. Elvan ÜSTÜN	Cumhuriyet University
Theoretical Optimization of Quinoxaline-Based Donor Materials to Enhance Organic Photovoltaic Performance	El mostafa BENHARAF, Ikram MENNAS, A. ARIF , Mohammed DENZIRA, Ali BARHOUMI, Abdelmalek MATINE, Abdellah ZEROUAL, Mohammed EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University, Chouaib Doukkali University, Morocco
Effect Of Oxalic Acid Concentration And H_2O_2 Addition On Iron Removal Efficiency From Glass Sand	Lect. Dr. Seda DEMİRCİ	Cukurova University

14.12.2025 / Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	10 30:12 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Merve BULDAÇ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Visible And Hidden: Serving And Serving Spaces: A Current Reading In Interior Design	Assist. Prof. Dr. Merve BULDAÇ	Kütahya Dumlupınar University
Space As Language, Architecture As Memory: A Study On The Narrative Language Of Cultural Heritage	Rabia KOCAER Aslıhan KOCAER	Afyon Kocatepe University Başkent University Institute of Educational Sciences
Spatial And Temporal Analysis Of Forest Products Exports In The Mediterranean Region (2004-2024): A GIS-Based Approach	Ayşe KONU ESKİTOĞLU Merve ŞENCAN Ali ÖZHAN AKYÜZ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Lagoons And The Ecosystem Services They Provide	Şule KISAKÜREK Semanur BAYKARA	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Neuroarchitectural Analysis Of Large-Scale Spaces: A Case Study On Istanbul Airport	Ömer ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. İlker ERKAN	Suleyman Demirel University
Comparison of Risk Assessment Methods for Reinforced Concrete Residential Buildings Damaged in the Kahramanmaraş Earthquakes	Fazel Shah ABDALI Asst. Prof. Dr. Vesile Hatun AKANSEL	Muğla Sıtkı Koçman University, Ankara Yıldırım Beyazıt University

14.12.2025 / Hall-2, Session-1

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	10 30:12 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Lynda FERFECHE

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Optimizing Student–Minor Programme Allocation At Universitiutara Malaysia (UUM)	Mohd Kamarul Irwan ABDUL RAHIM	School of Technology Management and Logistics, Universiti Utara Malaysia
Synthesis Of An Iron-Succinate Coordination Polymer And Its Visible/Solar-Light-Driven Photocatalytic Degradation Of A Pharmaceutical Pollutant	Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Frères Mentouri Constantine 1 University
Physical And Mechanical Performance Of A Sustainable Geopolymer Mortar Produced From Algerian Ggbfs	Zineb ABEOUB Samira DJAKNOUN	Houari Boumediene University of Science and Technology
The Role of Artificial Intelligence in Business Process Optimization	Indah Citra AMALIA M. Rasya NAUFAL Zumrotul ALIYAH Mochamad YUSUF	State Islamic Univercity K.H Abdurrahman Wahid Pekaloangan
QS Inhibition by Algal Compounds against Marine Biofilms	Dr. Iram LIAQAT	Government College University
Effectiveness of Implementation of Social Inclusion Program for Persons With Physical Disabilities At The Social Rehability Center For Persons With Physical Disabilities	Nurul Amira SYAKILA Abdul MAHSYAR Ihyani MALIK Nur Suqya RAHMA	Muhammadiyah University of Makassar
Exploiting Pyrophilous Beetles for More Effective Forest Fire Detection in Algeria	Nawel GANAOUI Maroua GANAOUI Souhila CHADLI Walid DAHMANI Gahdab CHAKALI	Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.
Resilience of Steppe Fauna to Desertification in Northwestern Algeria	Nawel GANAOUI Souhila CHADLI Walid DAHMANI Maroua GANAOUI	Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

14.12.2025 / Hall-3, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Elif ÖZDOĞLAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Transformation From Industrial City To University City: Karabük, Üniversite Neighborhood	Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Karabük University
Designs In The Relationship Between Industry And Architecture In Karabük: Wrought Iron	Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Karabük University
Microplastic Pollution In Aquatic Ecosystems: Environmental Importance, Sources And Sustainable Solution Proposals	Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Cukurova University
Mucilaj: An Environmental Problem: Definition, Reason And Solution Suggestions	Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Cukurova University
Spatial Construction Of Sound: Current Perspectives On The Interaction Between Space Design And Music	Assoc. Prof. Dr. Elif ÖZDOĞLAR Assoc. Prof. Dr. Çağrı YALÇIN	Dumlupınar University
İnsan Sağlığı İçin Sirkadiyen Ritim Uyumlu Düşük Lüx Gece Lambası Tasarımı Ve Geliştirilmesi	Umutcan UÇAR Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA	Gazi University

14.12.2025 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11[00]:13[00]		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Merter MERT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
What Do Non-Zero-Cost And Quantity Competition Firms Maximize In Equilibrium?	Prof. Dr. Merter MERT	Ankara Hacı Bayram Veli University
Analysis of Women's Thesis in the Council of Higher Education Thesis Database in the Context of Sustainable Development	Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University
Global Threat Imminent: Deepening Workforce Crisis in Cybersecurity	Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University
Finansman Gider Kısıtlaması Ve Uygulanması	Türkan Tuğba YILDIZ URAL Prof. Dr. Ali APALI	T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Muhasebe Mesleğinde Kadınlar Ve Çalışma Hayatındakarşılaştıkları Sorunlar	Türkan Tuğba YILDIZ URAL Prof. Dr. Ali APALI	T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy University

14.12.2025 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 [00]:13 [00]		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Economic Analysis Of The German-Language Newspaper Türkische Post (1926-1944) And Its Economic Supplement Published İn Turkey	Assist. Prof. Dr. Zehra ÇANKAYA BAYRAKLI	Türk-Alman University
Factors Limiting Digital Transformation: A Study On Professional Kitchens	Assist. Prof. Dr. Zafer DURAN	Alanya Alaaddin Keykubat University
Fifth-Party Logistics: Strategic Orchestration Of Supply Chains In The Era Of Digital Transformation	Assist. Prof. Dr. Zafer DURAN	Alanya Alaaddin Keykubat University
Analysis Of The Fisher And Neo-Fisher Effects In Türkiye	Assist. Prof. Dr. Hüseyin GÜVENOĞLU Prof. Dr. Özcan KARAHAN	Bandırma Onyedi Eylül University
The Validity Of The Real Exchange Rate Parity In Türkiye	Assist. Prof. Dr. Hüseyin GÜVENOĞLU Prof. Dr. Özcan KARAHAN	Bandırma Onyedi Eylül University
Procedure And Language In Commercial Communication:An Examination Of Serkız Nihad's Turkish And French Commercial Letters	Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL	Süleyman Demirel University
An Overvıew Of The Publıshıng Actıvıtıes Of Ticaret Mektebi: An Evaluatıon Of Ticaret Mekteb-İ Âlîsi Mecmuası	Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL	Süleyman Demirel University
Personnel Management Practices In The Early Republican Era: The Case Of The Oriental Railways Regulation	Resc. Assist. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL	Süleyman Demirel University
Tracing Human Resources Management In A Vocational Treatise: An Evaluation Of Talimnâme-İ Harir	Resc. Assist. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL	Süleyman Demirel University

14.12.2025 / Hall-6, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ayşe Nur BUYRUK AKBABA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Effect Of Firm Life Cycle On Organizational Capital Investments: A Latent Profile Analysis Approach On Borsa Istanbul	Resc. Assist. Abdullah Kürşat MERTER	Gebze Technical University
Strategic Grouping Of Technopark Firms: A Multi-Dimensional Cluster Analysis	Prof. Dr. Murat ÇEMBERCİ Resc. Assist. Abdullah Kürşat MERTER	Yıldız Technical University Gebze Technical University
Financial Exploitation In Crypto Airdrop Games: A Participant Observation Study	Dr. Recep Alper ÇELİK	……
Increased Esg Awareness In Smes And Its Effects On Business Performance: A Conceptual Assessment	Dr. Ahmet Tarık USTA Nagihan Aktaş	Gebze Technical University
Consumer Psychology	Kader ÇAKMAK	Dicle University
Financial Performance Analysis Of Bist Mining Sector Companies	Prof. Dr. Ayşe Nur BUYRUK AKBABA	Balıkesir University
Identification And Analysis Of The Main Economic Categories Of Innovation Activity	Nigar HUSEYNOVA	Azerbaijan State University of Economics

14.12.2025 / Hall-7, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Resc. Assist.Dr. Büşra KOÇ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Historical Continuity and Changes in the State-Building of the Republic of Azerbaijan Before and After the Restoration of Independence	Yağmur MAHMUDOVA	Nakhchivan State University
Innovativ Tədris Modellərinin Tarix Fənnində Təcrübə və Nəticələri: Azərbaycan AliTəhsil Sisteminə Baxış	Gülay MUSTAFAYEVA	Naxçıvan Dövlət Universiteti
Examining The Twin Transformation In Education From The Perspective Of School Leadership: A Sustainable Digital School Leadership Approach	Resc. Assist.Dr. Büşra KOÇ	Hatay Mustafa Kemal University
Analysis Of The Twin Transformation In Education Policy Documents	Resc. Assist.Dr. Büşra KOÇ	Hatay Mustafa Kemal University
Goals And Objectives Of Interactive Teaching In Historyteaching	Nərmin ABBASOVA	NDU, Magistratura və Doktorantura Mərkəzinin
Economic and geopolitical importance of the “Silk Road” project in the Republic ofAzerbaijan	Əsmər HÜSEYNZADƏ	Nakhchivan State University

14.12.2025 / Hall-8, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Melek ÇAKMAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Yükseköğretimde Öğrencileri Lisansüstü Eğitim Almaya Motive Eden Faktörlerin İncelenmesi	Assist. Prof. Dr. Leyla ERCAN Prof. Dr. Melek ÇAKMAK	Gazi University
Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri	Prof. Dr. Melek ÇAKMAK Assist. Prof. Dr. Leyla ERCAN	Gazi University
Methodology For Teaching Parallel Transfer Throughaxial Symmetry	Assoc. Prof.T. M. ALIYEVA R. E. MAMMADOVA	Azerbaijan State Pedagogical University
Tarixin Tədrisində Ali Məktəb Müəlliminin Pedaqoji Fəaliyyətinin Xüsusiyyətləri	Abdulla MUSTAFAYEV Ruhiyyə RZAYEVA Münəvvər SÜLEYMANOVA	Naxçıvan Dövlət Universiteti
A Conceptual Framework for Interaction-Driven Adaptive Learning Using Multimodal Behavioral Data	Res. Asst. Ahmed ELFAGEIH Prof. Dr. ERSUN İŞÇİOĞLU Asst. Prof. Dr. HÜSNÜ BAYRAMOĞLU	Eastern Mediterranean University
Assessment Of Emotional Anxiety Among Students In Science Practical Classes: A Case Study Of Umaru Sanda Ahmadu College Of Education, Minna	Abdullahi, Muhammad KOBO, NURATANKO, Zainab NASKOMUSA, Abdulrasheed IBN	Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Minna

14.12.2025 / Hall-9, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Rima AULİA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Anti-Corruption Education	Mai'latul KHOİRİYAH Lita Dwi ARİYANTİ Hendri Hermawan ADİNUGRAHA Ade GUNAWAN Ria Anisatus SHOLİHAH	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
E- Penyebab Banyak Terdapatnya Kosakata Bahasa Arab Dalam Bahasa Inggris F-	M. Wildanur RIZQI	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Gapoktan Institutions Performance as Social Forestry Permit Holder in Supporting Sustainable Forest Management	Kaifa UMA/Indra Gumay FEBRYANO/Christine WULANDARİ/Hari KASKOYO/Susni HERWANTİ/ NOVRİYANTİ/Dian ISWANDARU/Arief DARMAWAN/Yulia Rahma FİTRİANA/Rahmat SAFE'İ	Universitas of Lampung
Analysis of *Structure Equation Modeling* (SEM) on Social Determinants Of Health, Eradication Program, Environment And Health Services on Malaria Elimination Status In Rajabasa District, South Lampung, Indonesia	Budi RİYANTO Jhons Fatriyadi SUWANDİ Dyah Indriana KUSUMASTUTİ Samsul BAKRİ Betta KURNİAWAN	Univeristas Lampung
Surgıcal Management Of Intestınal Fıstula In A Goat- Case Report	PG Scholar, Manju A. Assistant professor, Tina Roshini. Assistant professor, Gurunathan N.	Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Puducherry-605009
Surgıcal Management Of Entropıon By Combınatıon Of Hotz-Celsus And Y-to-V Plasty Technıque In A Bull Dog	Dr. S. Tina ROSHİNİ	Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research
Hyers-Ulam Stabılıty Of Sequentıal Neutral Fractıonal Dıfferentıal Equatıons	Ahlem ADOUI Rabah KHALDI Assia GUEZANE-LAKOUD	University of Badji Mokhtar-Annaba
Policies Formulation On Fisheries Resources Management At Muara Gading Mas, Labuhan Maringgai, East Lampung	Rizka Helisia PUTRİ Abdullah Aman Damai SUPONO,Indra Gumay FEBRYANO Hengky MAYAGUEZZ I	University Lampung Indonesia

14.12.2025 / Hall-10, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dyah Ayu Nawang WULAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Role Of Public Law In Maintaining A Balance Between State Power And Citizens' Rights	Nabila Maydina M.A Farotul JANNAH Luluil KAROMAH Zahrotul KAROMAH	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Introduction To The Philosophy Of Science	Emiliana RACHMA Adelia AYUMARISKA Afiyatul SAKINAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Islamic Economy With Its Goal As A Benefit Of Mankind In Indonesia	Zulfatus SAROYA Anisa KAMILA, Tri Ayu WIDYASTUTI, Achmad Tubagus SURUR, Muhammad Sultan MUBAROK	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Analysis Of The "Iffa Syar'i" Boutique Business Feasibility Study	Ulqiya Rohmatun WAFIROH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
The History Of The Growth Of Hadith In The Second Century Hijri	Ananda Aprilia AULIA SYAHNA Muhamad MAHFUDIN Hasan SU'AIDI Ambar HERMAWAN	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Aspect Of Constraints In Mini Taco Marketing Mba Tin	Munadiatul UMMAH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	UIN KH. Abdurrahman Wahid, INDONESİA
Metodologi Ekonomi Islam	Naela Septi AMELIA Fida Putri NAINAWA Rahma Zelika PUTRI Muhammad Sultan MUBAROK	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, INDONESİA
The Scope Of Economics	Windi Rizki FEBRIANINGTYAS Azzah FITHRIYANA Devita Dwi MARTAYANI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA

14.12.2025 / Hall-11, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Adel DELIOU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Effect Of Nutrients From Vermicompost Extract As A Nutritional Supplement Ab Mix On The Growth And Yield Of Mustard Plants (*Brassica juncea* L.) On NFT Hydroponic Systems	Pangaribuan Darwin H. Ginting Yohanes C. Widyastuti Diana Rawesi Ratih R.	University of Lampung, Indonesia
Integrating Zakat and Waqf as Islamic Social Finance Instruments to Reduce Economic Inequality	Elisa OKTAVİANA Revalina OKTAVİANİ Malfaliya NABİLA	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, INDONESİA
The Concept of Money, Usury and Interest in Islamic Macroeconomic Perspective	Hilda ADISTYA Mathraf AZ-ZANJI Mila Minkhatul MAULA M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Factors That Trigger Unemployment And Inflation On Government Policy In Indonesia	Dina AMBARWATI Berlian Eka NURSABRINA Nailil Mufidah QOSIM M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Elastic Characteristics of Composites Laminated E-Glass/Epoxy	Adel DELIOU, Takieddine BOUKLİA Samir DJIMLI, Mohamed KEMİHA Meriem DEHBI, Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel, ALGERİA, University of Djelfa, ALGERİA, Center of Research in Mechanics (CRM), ALGERİA
Association Between Breakfast Habits and Nutritional Status with Concentration Among Boat Craftsmen in Tanah Lemo Village, Indonesia	Tri Addya KARİNİ, Yessy KURNİATİ, Sukma PRATİWİ, SYARFAİNİ	State Islamic University K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Contribution And Function Of Local Tax As A Source Of Local Revenue In Banjar City	Muhammad Mifta ALFAHRIZI, Gesya Aviska SATRIANI, Afifah Tarisya PUTRI, Ryan Ibko ALBANA	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA

14.12.2025 / Hall-12, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Athaya CANDRAKANTA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Screening, Identification, And Testing Activity Of Alginate Lyase Enzyme From The Symbion Bacteria *Sargassum sp.* In Lampung Waters, Indonesia	Yesica Bella SAFİTRİ Agus SETYAWAN Ni Luh Gede Ratna JULİASİH Endang Linirin WİDİASTUTİ Gregorius Nugroho SUSANTO	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
creenıng, Identıfıcatıon, And Actıvıty Test Of Fucoıdanase-Producıng Bacterıa From Sargassum Sp.	Muhammad DARMAWAN Agus SETYAWAN Munti SARİDA Ni Luh Gede Ratna JULİASİH Gregorius Nugroho SUSANTO	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
The History of the Establishment, Function and Objectives of Sharia Pawnshop as an Economic Driver in Indonesia	Fifi AFISTA Nurul KHOLİSHA Tahani SALSABİLA Ade GUNAWAN	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Antioxidant And Tyrosinase Inhibition Potential Of Polyphenols Based Formulation	Ramsha AFZAL Prof. Dr. Abdullah Ijaz HUSSAİN	Government College Unıversıty,Pakistan
Synthesis and Structure-Activity Studies of Biphenyl Analogues based on on [1, 1′-biphenyl]-2,2′-diol	Assoc. Prof. Dr. Misbah Irshad	University of Education Lahore, Pakistan
Reviewing The Void Of Technical Regulations: A Comparative Study Of Local Tax Administration Procedures Between Prabumulih, Yogyakarta, And Lamongan	M. Aziz Fatur RACHMAN, Tiara Sapana Cahya CHAIRUL, Rajesa Arya WIDANA, Zulvina Syah PUTRI	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
Blockchain & Islamic Economics: Technological Opportunities For Transparent And Fair Islamic Financel	Windi Rizki FEBRİANİNGTYAS Widia Reza VALENTİNA Nala MAGHFİROH	State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, INDONESİA
The Role Of Islamic Fintech In Enchancing Financial Inclusion	Lina Nur AFİFAH Risqi Khoirina FİRDA Nidya PUTRİ	University of Education Lahore, Pakistan

14.12.2025 / Hall-13, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 00:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Muhammad Mazhar IQBAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
MRT Digital Pass Mobile Application	Mizanur RAHMAN Moin Uddin MAHIN Md. Mujahid HOSSAIN	Daffodil Institute of IT (DIIT)
BetterU- AI & Expert Support System for Lighter Mind, Brighter Life Using Machine Learning	Mizanur RAHMAN Riya DAS MD. Minhaj HOSSEN	Daffodil Institute of IT (DIIT)
News Guards Pro Fake News Detector Using AI	Mizanur RAHMAN, Khairul Islam EFTY, Snigdha DEY	Daffodil Institute of IT (DIIT)
Deep Learning Approach for Monitoring Blue Frontier Mangrove Forests Across Australia Using Sentinel-2 Imagery	Dr. Muhammad Mazhar IQBAL, Labeeqa ZAHEER, Dr. Muhammad BILAL, Dr. Mujahid ALI	Water Management Training & Research Institute, Agriculture Mechanization Research Institute, Peshawar Water Management Research Farm (WMRF)
Deep Learning-Based Optimization of High-Efficiency Irrigation System for Maximizing Carbon Credits and Yield Potential in Water-Scarce Regions of Punjab Pakistan	Dr. Muhammad Mazhar IQBAL, Muhammad RIZWAN, Tehmena RASHID, Shafiq ur REHMAN, Dr. Muhammad BILAL, Dr. Mujahid ALI	Water Management Training & Research Institute, Agriculture Mechanization Research Institute, Peshawar Water Management Research Farm (WMRF))
Machine Learning Framework for Assessing Irrigation Dynamics in Punjab, Pakistan Using Two-Source Energy Balance (TSEB) Model with Sentinel Satellite Imagery	Dr. Muhammad Mazhar IQBAL, Tehmena RASHİD, Shafiq ur REHMAN, Hafiz Shoukat ALİ, Dr. Muhammad BİLAL, Dr. Mujahid ALİ	Water Management Training & Research Institute, Agriculture Mechanization Research Institute, Peshawar Water Management Research Farm (WMRF)
Evaluating Land Use Impacts on Urban Heat Distribution Through WRF Coupled with the Urban Canopy Model (UCM)	Sadia Afrin Sayfa NEGABAN, Mohammad Fahimul ISLAM	University of Dhaka, Dhaka, Bangladesh,
Leveraging Youth Led Digital Innovation for Sustainable Community Development in Rural Areas: A Case Study Approach	Olorunlogbon Sunday OLORUNNIPA	Quintessential College, Ibadan, Oyo State, Nigeria

14.12.2025 / Hall-14, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Elham VAHIDI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
New Generalized Rank Mapped Transmuted Power Ailamujia Distribution and it's Application	Haseeb ATHAR; Md Amjad ANSARI; Mohd. Almech ALI	Aligarh Muslim University, INDIA, King Abdulaziz University, Jeddah, SAUDI ARABIA
Effective Strategies To Increase Income Tax Revenue In Indonesia	Theodora Monica ISMOYO, Diah Krista Putri ANGELITA, Rani CAHYATI, Syafiqo Naila PUTRI	University of Lampung, INDONESIA
Contribution To The Spatiotemporal Study Of The Impacts Of Pollution On The Tipaza Coastline « North Of Algeria »	Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria. University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem, Algéria.
A Fermatean Fuzzy and Bayesian Robust Local Linear Trend Approach for Optimizing Global Development Goals	Nabil Ahmed KHAN, Ahmad Yusuf ADHAMI, Mohammad PARVEJ	Aligarh Muslim University, Aligarh, India
Electoral Prospects and Political Dynamics, Comprehensive Analysis Supporting the Victory Projection of Bilawal Bhutto Zardari	Dr. Muhammad FAISAL Rubına Qaım KHANI	CRISP World Bank Project BISP Government of Pakistan
Deconstructing Rape Culture: Formations, Mechanisms, and Resistance Strategies	Assist. Prof. Elham VAHIDI MA Student Mohaddeseh BABAEI	AhlulBayt International University, Iran
The Notion of Obstacle in Bachelard and Brousseau	Hassan ZARIOUH, Tarik RHARMAOUI, Adil Zerouali AMRI, Mounia MOUZOURI	Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO), Morocco.
A Comprehensive Theoretical Study of the Regioselective Cycloaddition of [e]-Fused 4-Acyl-1H-pyrrole-2,3-diones with Cyanamides: Insights into Electronic Structure, Organic Photonics, ADME/Toxicity Profiles, and Target–Ligand Docking Interactions	Soukaina AMEUR, Ahmed BENDAOUD, Abdellah ZEROUAL	ChouaïbDoukkali University, Morocco.

14.12.2025 / Hall-15, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Lalmah HASRAT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evaluating the Performance of Countries Implementing Gender-Responsive Budgeting and Its Impact on Human and Economic Development Indicators	Najia MOHAMMADI Dr. Samira NASIRZADEH	Ahlul-Bayt International University Tehran
Evaluating The Influence Of Practical And Critical-Reflection Teaching Approaches On Entrepreneurship Development Among Umaru Sanda Ahmadu College Of Education Biology Students	ABDULLAHI, Muhammad Kobo, NURATANKO, Zainab Nasko AUDU, Danladi Passi	Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Minna
Women and the Local Economy	Lalmah HASRAT	Ahlul bayt international university of Iran
Moderating Role of Self-Concept Clarity Between Celebrity Worship And Desire For Fame Among Young Adults	Sobia LIAQAT, Dr. Anam KHAN, Umm Eman SYED, Neelam BIBI, Dr. Saba GHAYAS, Anam YOUSAF	Rawalpindi Women University, Rawalpindi Institute of Cardiology, University of Sargodha
Advancing Inclusive Digital Learning Through Learnify: A Synthesis Of Innovation, Effectiveness, And Stakeholder Acceptance	Aznira ZAINAL, Sharipah Khadijah S. HASHIM, Abdul Aziz ISHAK, Farizoh HAMID, Nurfah Nabilah Mohd FADZIL, Nurul Adyani Che DAUD, Fatimah Hj. SAIDIN	Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kedah, MALAYSIA

14.12.2025 / Hall-16, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. S. LAKSHMI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Numerical Simulation Of Radiative Mhd Nanofluid Flow With Heat Generation And Chemical Reaction Over An Exponential Stretching Surface	GOVARDHAN G. NARENDER	GITAM University, India. CVR College of Engineering, Hyderabad, Telangana, India.
Maintaining Market Value Of Construction Companies In Nigeria Through Sustainability Disclosure Practices	ORJINTA, Hope Ifeoma (Ph.D) OKPALAUKEJE, Rufus U. C.	Chukwuemek A Odumegwu Ojukwu University, NIGERIA
The Development of Virtual Businesses under Women's Leadership	Noorjan MOSSAWI Professor Dr. Samira NASIRZADEH	Ahlul bayt international university of Iran
The Impact Of The Implementation Of Msme Income Tax On Online Seller Tax Compliance In Marketplaces	Riska RAHMADHANİ Rahma AKHYAR Athirah SALSABİLA Virginia SHELOMİTA	University of Lampung, Indonesia
A Study On Background Noise Removal Using Deep Learning Algorithms	Dr. S. LAKSHMI	SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur
DFT Study Of Physical Properties Of HO2 Material	EL GARDY Oumaima	Mohammed V, university in Rabat Morocco.
Statistical inferences for R = P[Y < X < Z] in the Proportional Hazard Models Based On Progressive Type-II Censored Samples	Aamir KHAN, Farhan ANSARI, M. J. S. KHAN	Aligarh Muslim University, Aligarh, India

14.12.2025 / Hall-17, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Fettouch HOUARİ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design of an innovative nanomaterial based on the memory-effect-driven intercalation of Remazol Red 198 into Zn–Al layered double hydroxide	TABIA Hind, El Khattabi El Hassan, EL HADIRI Najat	University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco
Epoxidation Of Soybean Oil Using Liquid–Liquid Phase Transfer Catalysis	Koribilli DEEKSHITHA Kondreddy gari POOJITHA	Jawaharlal Nehru Technological University,Ananthapur,AP,India
Understanding the Extent of the Damage of Physical and Financial Assets of Coastline Fishermen Due to Natural Disasters in Bangladesh	Md. Mansurul HAQUE, Md. Shahidul ISLAM, Md. Jahirul ISLAM, Rezwan SHAHREAR, Md. Mahedi HASAN, Mohammad Mahbub Alam TALUKDER	Jahangirnagar University, Bangladesh; Daffodil International University, Financial Institutions Division, Ministry of Finance, Bangladesh University
Infinite-Order Growth of Solutions to Differential Equations	Dr. Fettouch HOUARİ	University of Mostaganem, Algeria.
Earning with Barakah: How Affordable Digital Education Can Help Imams and Muazzins Thrive in Farming Ventures	Mufti Masum BILLAH Zahiduzzaman ZAHID	Cumberlands University, Kentucky, ABD
Simulation and Performance Evaluation of WRF-ARW in Modelling the Structure, Track, and Intensification of Extremely Severe Cyclonic Storm Mocha over the Bay of Bengal	Sadia Afrin Sayfa NEGABAN, Mohammad Fahimul ISLAM, Jannatul Ferdous JERIN	University of Dhaka, Bangladesh
Settlement Pattern And Environmental Health Risk : A Historical Study Of Urban Development At Karimo In Federal Capital Territory, 1976-1999	OLANISIMI, Bankole Dickson AKINTOLA, Kehinde Oyindamola AKINWANDE, Caroline M.	FCT College of Education Zuba-Abuja,Nigeria

14.12.2025 / Hall-18, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Kamel BELHADJ TAHAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Strategy of Promotional Feastures&Influence on the Increase of Fashion Product Purchases on Tik Tok	Rizka Robiatul ADAWIYAH Anandin ZYAHWA Mochamad YUSUF Nur AULIA	State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
Study & analysis of compost for capacitive and non-capacitive applications	POONAM Sunil KUMAR	Indira Gandhi University-Meerpur-Haryana, India
Comparative Evaluation Of Two Mixed Biomass Systems (Fungus–Microalgae Vs. Fungus–Macroalgae) In An Mbbr Process For The Treatment Of Moroccan Fish-Processing Effluents	IKRAME CHAREF BOUCHAIB BAHLAOUANE Salma khatami DOUAE TOUAREB BOUTALEB NADIA	Hassan II University of Casablanca, Higher Institutes of the Nursing Professions and Techniques of Health (ISPITS), Morocco,Mohammed V university, Morocco
Effects Of Contract Farming On Wellbeing Status Of Soybean Farmers In Niger State, Nigeria: A Systematic Review	ONAJI, E. S.; ADZENGA, .J. I.; Ajayi, O. J.	Federal University Of Technology, Nigeria
Evaluating the Effectiveness of Government Policies on Digital Financial Inclusion for Women Agripreneurs	Sadiq, M. S., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Sani, B. S.	FUD, Dutse, Nigeria,SKRAU, Bikaner, IndiaBUK, Kano, Nigeria
Synthesis and biological evaluation of Pyridylpiperazine-based carbodithioates as urease inhibitors	Sumayya AKRAM Prof. Dr. Matloob AHMAD Dr. Sana ASLAM	Government College University Faisalabad, Government College Women University Faisalabad, Pakistan
Contribution To The Spatiotemporal Study Of The Impacts Of Pollution On The Tipaza Coastline « North Of Algeria »	Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria, University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem, Algéria.
Machine Learning–Based Enhancements in Soil Erosion Assessment	Salma ABROURI, Ahmed Mahmoud AHMED OUBEID, Oussama GLITI, Amina LAGHZAOUI, Sakina MEHDIOUI, Mohamed TAYEBI	Ibn Tofaïl University, Morocco

14.12.2025 / Hall-19, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. ERSUN İŞÇİOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evaluating the Performance of the Nigerian Police Force in Combating Kidnapping along the Abuja–Kaduna Corridor: A Problem-Oriented Policing Approach	Vandefan Tersugh JAMES	Nasarawa State University, Keffi, Nigeria
Socio-Economic Characteristics of Residents and Urban Development Patterns in Mpape and Environs, Abuja, Nigeria	Alao Atumye AMOS, Mallo I. I. Y , Elizabeth JENKWE	University of Abuja. Nigeria
Spatial and Temporal Patterns of Kidnapping Incidents along the Abuja–Kaduna Expressway, Nigeria	Vandefan JAMES, Ode Onyeche ANN	University of Abuja. Nigeria
Assessment of Heavy Metal Contamination from Auto Mechanic Workshops in Abuja, Nigeria	Ode Onyeche ANN Anaga Socchi OTISI Makyur Onyeche ANITA	University of Abuja. Nigeria Federal University Wukari
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 SYAKİLA, Abdul MAHSYAR, Ihyani MALİK, Nur Suqya RAHMA	Muhammadiyah University of Makassar, Indonesian
A Scientific Framework for Developing and Testing AI-Powered Tutoring Systems: Methodological Innovations from an Ongoing AITS Research Project	Jeremiah ADEBIYI Ersun ISCIOGLU Husnu BAYRAMOGLU	Eastern Mediterranean University, North-Cyprus
A Conceptual Framework for Interaction-Driven Adaptive Learning Using Multimodal Behavioral Data	Res. Asst. AHMED ELFAGEIH Prof. Dr. ERSUN İŞÇİOĞLU Asst. Prof. Dr. HÜSNÜ BAYRAMOĞLU	Eastern Mediterranean University, North-Cyprus

14.12.2025 / Hall-20, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	11 30:13 00		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Emel KHAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Nonlinear Singular Problems for the Fractional Laplacian	Y. EL GHALI, 1 , J. IGBIDA, N. ELHARRAR, A. KADDAR	Chouaib Doukkali University, Morocco
Entrainment of Coupled FitzHugh-Nagumo Oscillators	Uzma ALI Dr. Emel KHAN	Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan
Influence of Zinc Oxide Nanoparticles On Structural, Mechanical, Magnetic And Dielectric Properties Of Nanocomposites	Safir Ullah KHAN	……
Sh. Yessenov University Youth Growth Platform	Student Zhakibay O. Akzhigitova N. M.	Yessenov university, Aktau, Kazakhstan
Co (II) and Cu(II) Complexes with [2-(benzo[d]thiazol-2-yl)phenol] ligand : Synthesis, Characterization and Antioxydant Activity	Ibtissam ELARAA J , Asmae Nakkabi, Noureddine EL MOUALIJ, Mohammed FAHIM	Moulay Ismail, MEKNES
Tracking $Pm_{2.5}$ Trends In Bangladesh (2017–2022): Ghap Insights And Who Guideline Exceedances	Md. Osman Gani RASEL Md. Mahfuj Ahmed SIZAN Ziaul Haider CHOWDHURY	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Bangladesh
Drug-Induced Cardiotoxicity: Mechanisms, Detection, Pharmacogenomic Insights, And Emerging Therapeutic Strategies	Palanisamy A, Deepak S, Ravi C.	Bharath institute of higher education and research chennai.
Women's Empowerment and Development Through Sport: A Multi-faceted Analysis with Religious, Socio-Political, Cultural, Economic, and Historical Perspectives, and Future Outlook	Nasrin ZIAYEE Dr Samira NASIRZADEH	Ahlul-Bayt International University Tehran.

14.12.2025 / Hall-1, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assist. Prof.Vaibhav Kant SINGH

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Development And Experimental Investigation Of Elastic And UV Resistant Durable PVC Pipe	Engr. Rehman KHAN Prof. Dr. Engr. Muhammad Ali NASIR	Mechanical Uet Taxila
Coanda Effect For Vertical Jet Impacting Horizontal Cylinder	Mymuna NAUSIN Monica SEERWANI Md. Mahbub ALAM	Shen Wai International School China
Application Of Two-Antenna Configurations For Microwave Tissue Ablation	Marija Radmilović-RADJENOVİĆ Branislav RADJENOVİĆ Nikola BOŠKOVİĆ	University of Belgrade, Serbia
Review Of Deep Learning-Enhanced Chest X-Ray Analysis	Mohammed Lawal TORO	Tomsk Polytechnic University Russia
Wheelchair Fall Detection Using IOT	SATHEESH M. RAMYA M. PRAGADEESH R. SANTHOSH KUMAR S. BHUVAN KANNA S.	Bannari Amman Institute of Technology, India
Sleep Monitoring From Eeg Signals	PAVITHRA P. SANJAY KANTH S. A. MADHUSHREE S. KIRUTHIKA DEVI R.	Bannarı Amman Institute Of Technology-Sathyamangalam
Evaluation Of Integral Transforms Involving The Product Of Bessel And Whittaker Functions And Their Applications	Dr. Talha USMAN	University of Technology and Applied Sciences, Sultanate of Oman
Brain-State-In-A-Box Network Of Ann	Assist. Prof.Vaibhav Kant SINGH	Central University, India

14.12.2025 / Hall-2, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Romualdas MALINAUSKAS

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Teacher Evaluation And Effectiveness In Pedagogy	Ananda MAJUMDAR	University of Alberta,Canada
On Religious Terms In The Artificial Language Babm	Senior Lecturer Alan Reed LIBERT	University of Newcastle, Australia
Correlates Of Eating Problems In University Students	Muakkaram HAMİD Ayesh WAHEED Qurat-ul-ain HASHMİ Amarah QURESHİ	University of Management &Technology, Pakistan
Effect of COVID 19 on Primary School Learners in India	Sayanti DAS Dr. Monalisa HALDER	Abacus Institute of Engineering and Management, India
English versus Indigenous Nigerian Languages: Trends in Language Acquisition among Students of University of Port Harcourt,Nigeria	Joseph Onyema AHAOTU, PhD	University of Port Harcourt, Nigeria
Equality in Educational Opportunity in Nigeria	Iheanyi AMARACHI	Michael Okpara University
Sport Achievement Orientations Among Junior And Adult Basketball Players	M.A. Gabrielius MALDUNAS Prof. Dr. Romualdas MALINAUSKAS	Lithuanian Sports University, Lithuania
Comparative Analysis of Student Academic Performance In Computer Studies Between Some Selected Private And Public Secondary Schools. In Zaria Local Government Area in Kaduna state	Rafindadi Ibrahim SAAD	Federal College of Education, Pakistan
Implementing Formative Assessment In Chemistry Education Classroom Instruction Using Kahoot! Online Resources	Hassan ALİYU	Sokoto State University, Nigeria

14.12.2025 / Hall-3, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Dr. Mouffouk CHAİMA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Cytotoxic Effect, Anti-Holinesterase And Antibacterial Activities Of The Plant *Scabiosa Stellata L.*	Dr. Mouffouk CHAİMA Dr. Mouffouk SOUMİA Prof. Dr. Haba HAMADA	Université de Batna-1
Fungal Diversity and Humification Index of Vermicompost Produced from Different Farm Waste	M. THENMOZHİ, D. KİRAN P. UMESH, B. Sampath KUMAR	School of Life sciences, Vels Institute
Evaluation Of Susceptibility Of Different Mung Bean Genotypes Against *Callosobruchus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) Under Laboratory Conditions	Muhammad NASİR Muhammad FAİZAN Muhammad Waqar HASSAN	Islamia University of Bahawalpur, Pakistan
On Farm Water Management in Pakistan's Agriculture	Mujahid ALİ Ammar AHMAD Shafiq ur REHMAN	Water Management Research Farm Renala Khurd, Water Management Training and Research Institute, Pakistan
Smart Sensors For The Soil Health Monitoring	K. Shirley KİRAN	International School of Technology and Sciences (For Women)
Finding Protein Targets In The Proteome Of Pathogen To Control The Grapevine Crown Gall Disease	Ahmad Farhad TALEBİ Yasaman KHALESİ	Semnan University, Semnan, Iran
Potential Dangers of C. Falcatum in Sugarcane and the Way Forward	Rabiu Garba AHMAD Vineet KUMAR	Lovely Professional University/ Sa'adatu Rimi College of Education Kumbotso
Chemical Investigation And Antioxidant Activitiesof The Species *Erinacea anthyllis*	Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Sara MOUFFOUK Hamada HABA	Université de Batna-1, /University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, Algérie

14.12.2025 / Hall-4, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12 00:13 30		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Asst.Professor Houman HONARY

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Identification Of Sriminosari Mangrove Tourism Objectives, Labuhan Maringgai District	Endri LİSNAWATİ Indra Gumay FEBRYANO Gunardi Djoko WİNARNO Samsul BAKRİ	Universitas Lampung
Farmers' Information Needs On Health And Environmental Hazards Associated With Herbicide Use In Agbani Agricultural Zone, Enugu State, Nigeria	Okoro, J. C., Oluwakunle J. D. Onah, S. O.	University of Nigeria
Effect Of Heavy Metals On Quality And Quantity Of Aromatic Crops	Asst.Professor Houman HONARY	Islamic Azad University, Iran
Evaluation of Protective Effect Of Ocimum sanctum (Tulsi) Leaves Against Atorvastatin Induced Rhabdomyolysis And Oxidative Stress In Albino Rabbits	Nabeel AHMAD, Muhammad Naeem FAİSAL, Aiza Kamal KHAN Alishbah ROOBİ, Jawad ASLAM Usman HAİDER, Najeeb Ullah KHAN	University of Agriculture, Pakistan
Analysis Of Fishing Techniques In Small-Scale Capture Fisheries At Labuhan Maringgai, East Lampung	Sahda SALSABİLA, Abdullah Aman Damai SUPONO, Endang Linirin WİDİASTUTİ Henky MAYAGUEZZ	University of Lampung
Checklist Of Bird Species In The Kottapuzha Estuary, Kerala, India	MSc. CBiol.MRSB Dr. Vidya PADMAKUMAR	Bangalore University, Bengaluru, India
Diversity Of Indoor Molds In Spider Webs - A Natural Trap	Dr. S. BHUVANESWARİ S. RAJESHWARİ Dr. N. K. Udaya PRAKASH	Bharathi Women's College, University/ Vels Institute of Science/ R and D, Marina Labs
Nutritional Quality and Fungal Contamination of Tiger Nuts (*Cyperus esculentus L.)*	Garuba, T., Dosumu, I.O. Abidoye, J.A, Garba S.A.	University of Ilorin, Federal College of Education, Pankshin

14.12.2025 / Hall-5, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12^{00}:13 ^{30}		PASSCODE: 845967

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Misbah IRSHAD

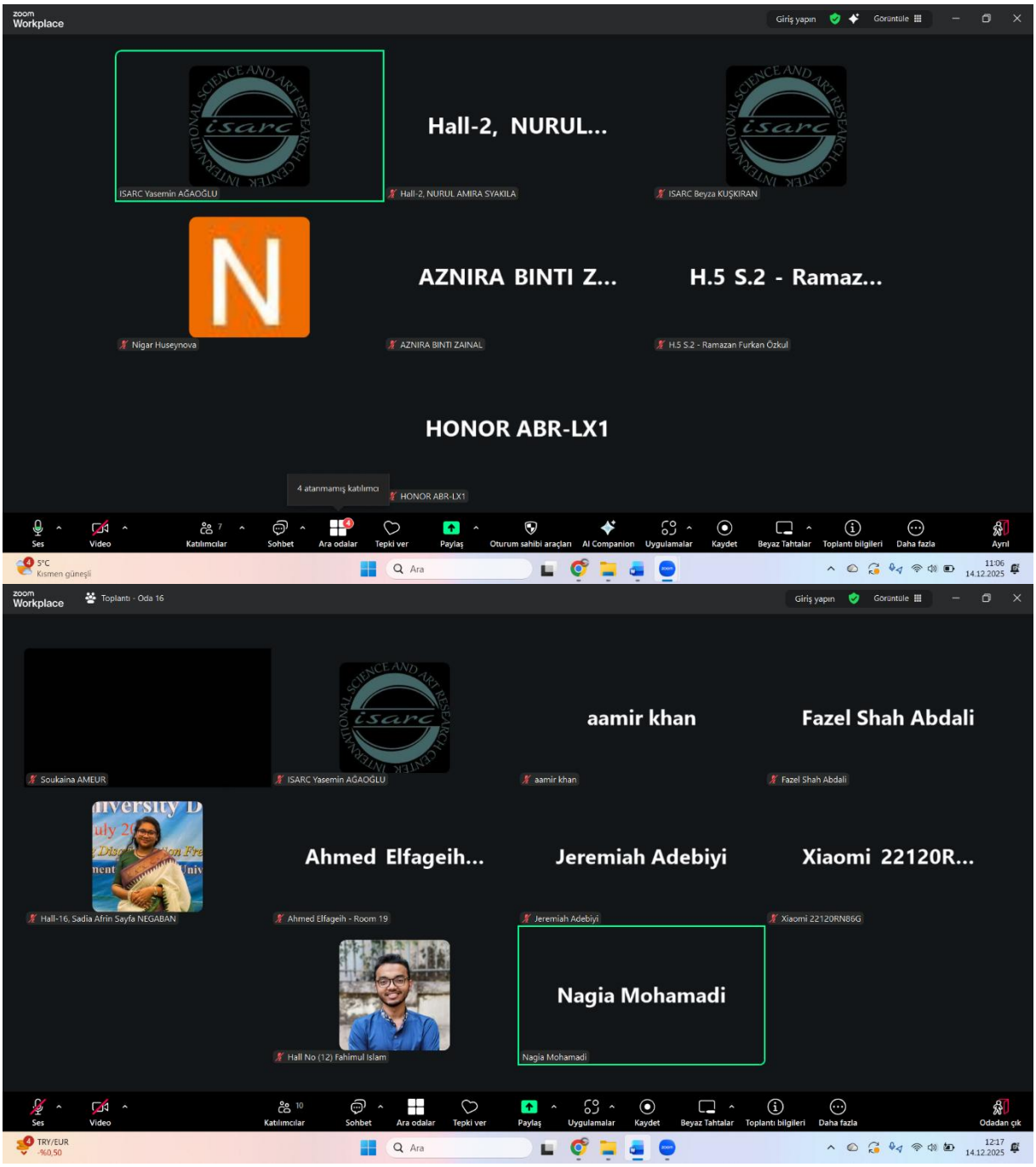
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Characterization of Mental Health in Transgenders Across Life Span	Aqsa REHMAN Mamoona MUSHTAQ	University of Lahore Pakistan
Novel Diagnostic Biomarkers For Prostate Cancer	Lect. Ms. IQRA Rimsha Zahid MUHAMMADİ	St. Mary's College of Education & Advance Studies, Gujranwala
Coronavirus Disease Pathogenesis (Covid-19): Evaluation And Prevention	IQRA Sadam Hussain SIDDIQUI, Assist. Prof. Dr. Muhammad Jamil YOUSAF	University of Gujrat, University of Agriculture, Pakistan
Metabolıc And Molecular Bıomarkers In Dıagnosıs Of Breast Cancer Development	Lect. Ms. IQRA Iqra ISHAQ Dr. Kalsoom SUGHRA	St. Mary's College of Education & Advance Studies, Gujranwala
The MHD Casson-Nanofluid Flow Over An Extended Non-Linear Surface Is Impacted By Brownian Motion And Thermophoretic Effects	D. Mohanty, G. Mahanta C. Parida, M.K. Nayak S. Shaw	C. V. Raman Global University/Botswana International University of Science and Technology, India
A Short Review On Natural Remedies, Their Impact On The SARS-Cov-2 Virus, And Their Value As Starting Points For The Development Of COVID-19 Therapy Medications	K. R. PADMA K. R. DON	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Bharath University, Chennai, India

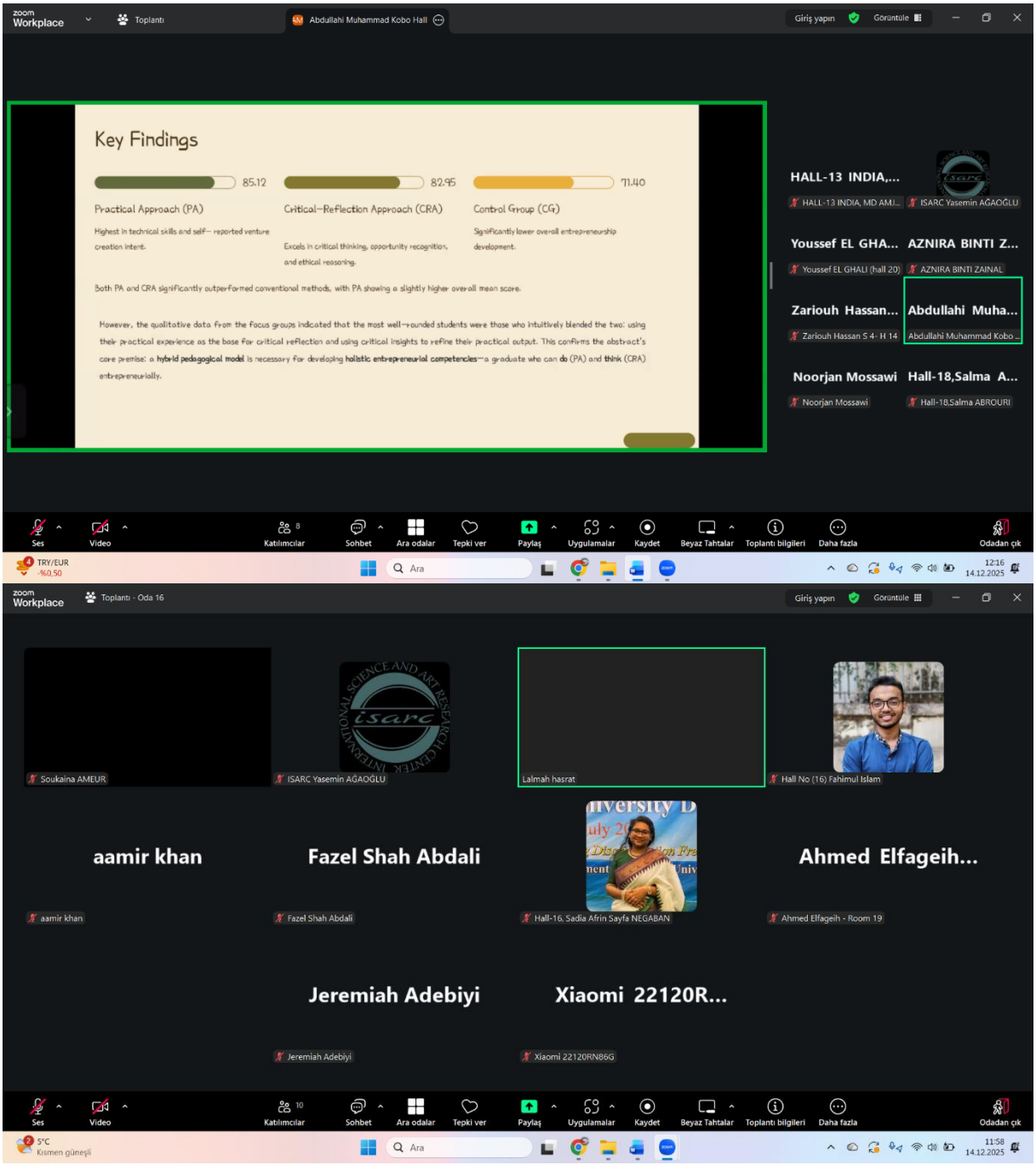
14.12.2025 / Hall-6, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 832 7997 3695
	12^{00}:13 ^{30}		PASSCODE: 845967

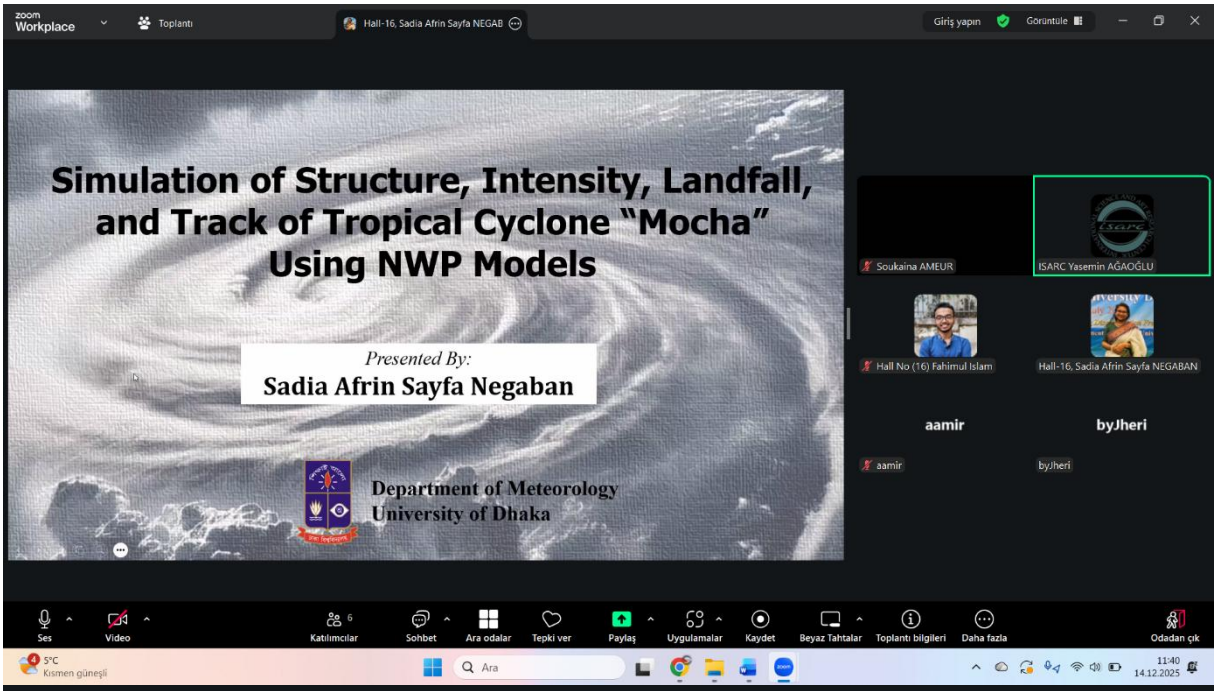
HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Salah BELAIDI

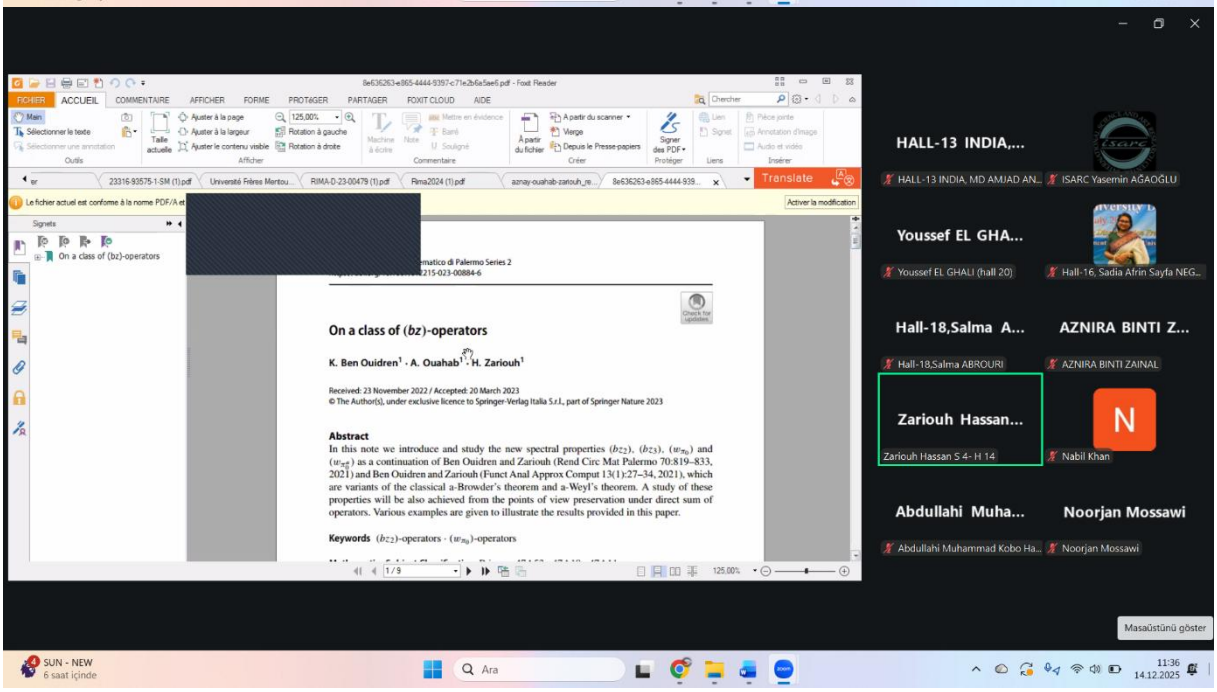
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Hate & Offensive Speech Detection	I.V. N. MAHATHI Magham SRAVYA	RMK Engineering College, India
Benzothiazines: Synthesis And Biological Activities	Matloob AHMAD Ayesha RAFIQ Sana ASLAM	Government College University Faisalabad, Pakistan
Development Of Radiolabeled Imaging Agent For Nuclear Medicine Procedures	Tahseen ABBAS Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVİ	Government College University, Pakistan
Synthesis, Characterization And Evaluation Of Some Biological Activity Of New [1,2,3]-Triazole-Chalcone Derivatives	Nehakumari N. GOHIL	University of Baroda, India
Molecular Dynamics, ADMET, QSAR Modeling Using Gaussian Process Applied For A Series Of Flavonoids As Potential Antioxidants	Prof. Dr. Salah BELAIDI Dr. Yassmine CHENNAI	Mohamed Khaidhar University, Biskra
Zakat Distribution and Its Impact on Poverty Alleviation	Nabila Suci RAHMADANİ Nabila Meca ASRİ Arina MANASİKANA	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, INDONESİA
The Meaning Of Public Open Spaces As A Means Of Social Interaction For Urban Communities	Diva Eka SAPUTRI Nabila Yumna SULTHANA Irma Dwi MULYANTI	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, INDONESİA
The Role of Islamic Economics in Enhancing Financial Inclusion and Sustainable Economic Growth	Nabila Suci RAHMADANİ Nabila Meca ASRİ Arina MANASİKANA	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, INDONESİA

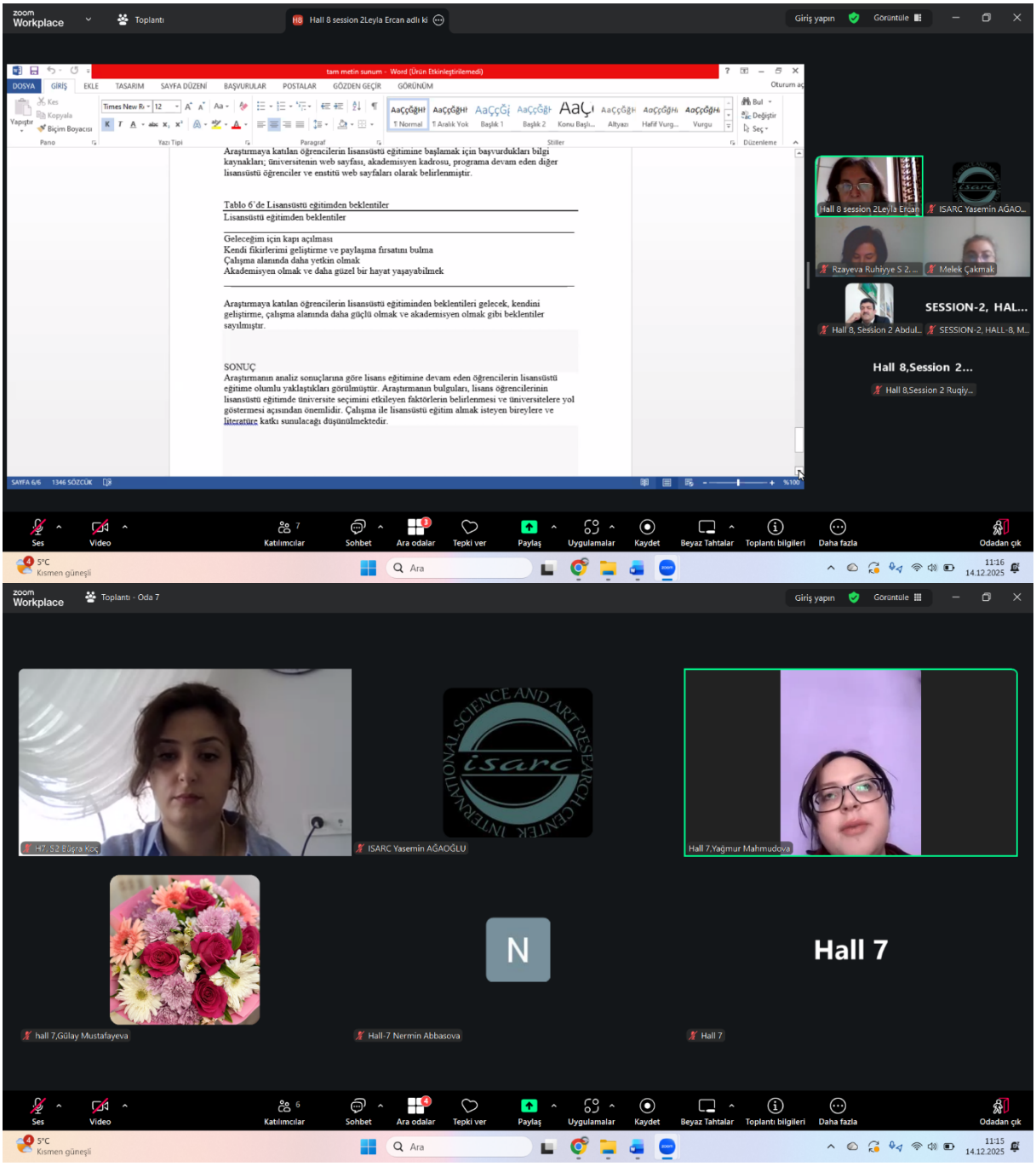
PHOTO GALERY

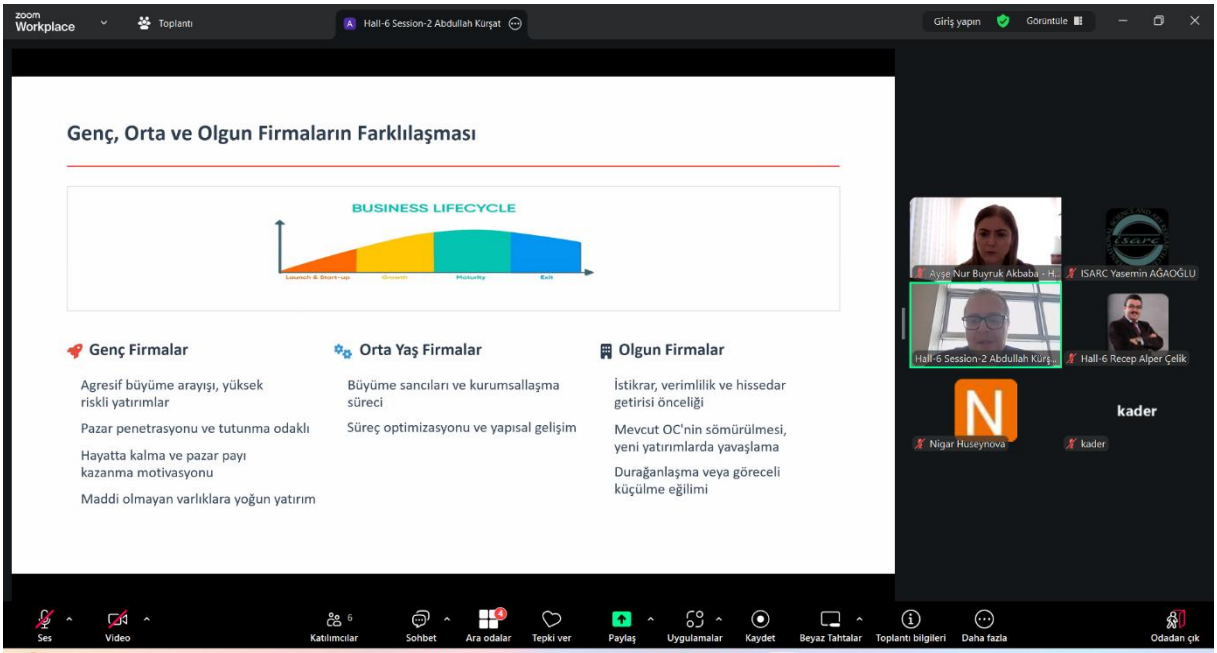


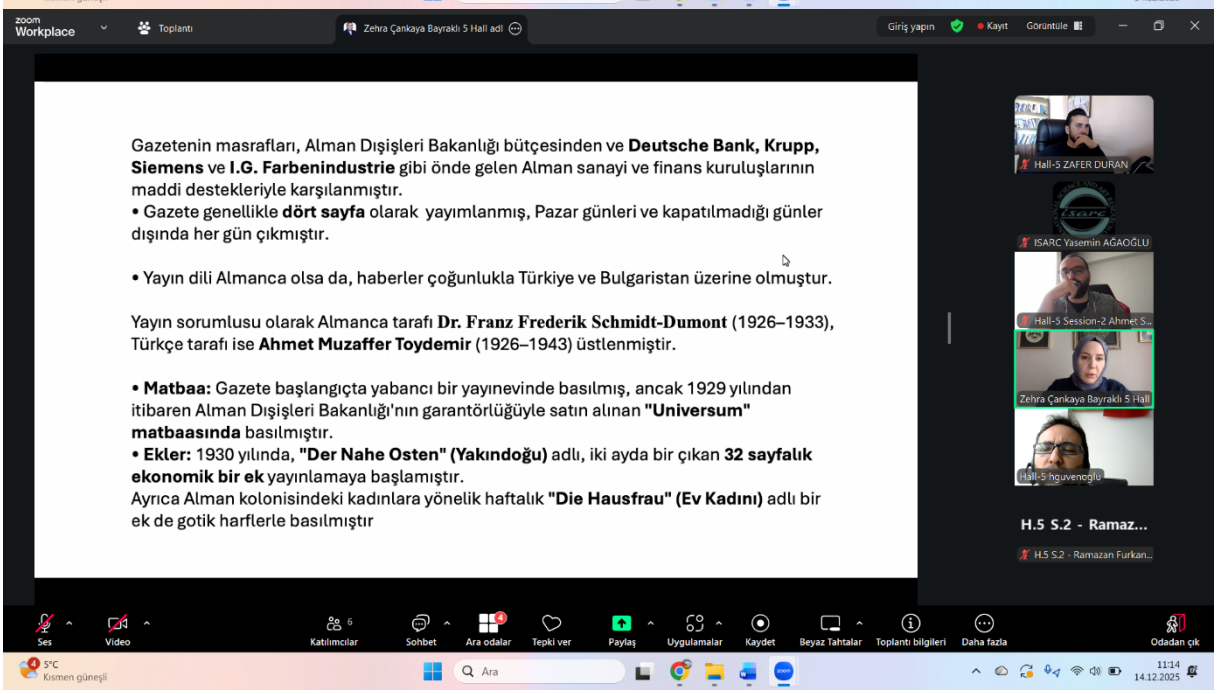

Workplace
Toplantı
Abdullahi Muhammad Kobo Hall
Giriş yapın
Görüntüle
Key Findings
85.12
82.95
71.40
Practical Approach (PA)
Highest in technical skills and self-reported venture creation intent.
Critical-Reflection Approach (CRA)
Excels in critical thinking, opportunity recognition, and ethical reasoning.
Control Group (CG)
Significantly lower overall entrepreneurship development.
Both PA and CRA significantly outperformed conventional methods, with PA showing a slightly higher overall mean score.
However, the qualitative data from the focus groups indicated that the most well-rounded students were those who intuitively blended the two: using their practical experience as the base for critical reflection and using critical insights to refine their practical output. This confirms the abstract's core premise: a hybrid pedagogical model is necessary for developing holistic entrepreneurial competencies—a graduate who can do (PA) and think (CRA) entrepreneurially.
HALL-13 INDIA,...
HALL-13 INDIA, MD AMJ...
ISARC Yasemin AGAOĞLU
Youssef EL GHA...
Youssef EL GHALI (hall 20)
AZNIRA BINTI Z...
AZNIRA BINTI ZAINAL
Zariouh Hassan...
Zariouh Hassan S 4- H 14
Abdullahi Muha...
Abdullahi Muhammad Kobo ...
Noorjan Mossawi
Noorjan Mossawi
Hall-18,Salma A...
Hall-18,Salma ABROURI
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
TRY/EUR
-%0,50
Ara
12:16
14.12.2025
Workplace
Toplantı - Oda 16
Giriş yapın
Görüntüle
Soukaina AMEUR
ISARC Yasemin AGAOĞLU
Lalmah hasrat
Hall No (16) Fahimul Islam
aamir khan
aamir khan
Fazel Shah Abdali
Fazel Shah Abdali
Hall-16, Sadia Afrin Sayfa NEGABAN
Ahmed Elfageih...
Ahmed Elfageih - Room 19
Jeremiah Adebiyi
Jeremiah Adebiyi
Xiaomi 22120R...
Xiaomi 22120RN86G
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
5°C
Kısmen güneşli
Ara
11:58
14.12.2025

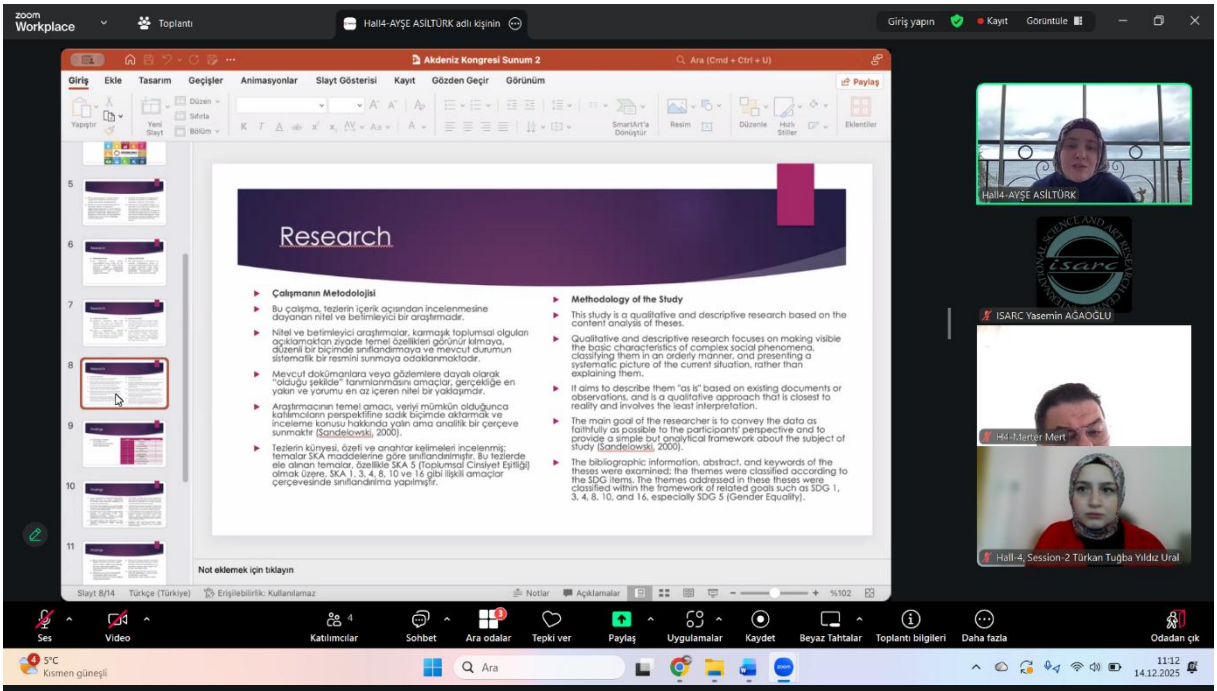

Workplace
Toplantı
Hall-16, Sadia Afrin Sayfa NEGAB
Giriş yapın
Görüntüle
Simulation of Structure, Intensity, Landfall, and Track of Tropical Cyclone "Mocha" Using NWP Models
Presented By:
Sadia Afrin Sayfa Negaban
Department of Meteorology
University of Dhaka
Soukaina AMEUR
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall No (16) Fahimul Islam
Hall-16, Sadia Afrin Sayfa NEGABAN
aamir
byJheri
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
Ara

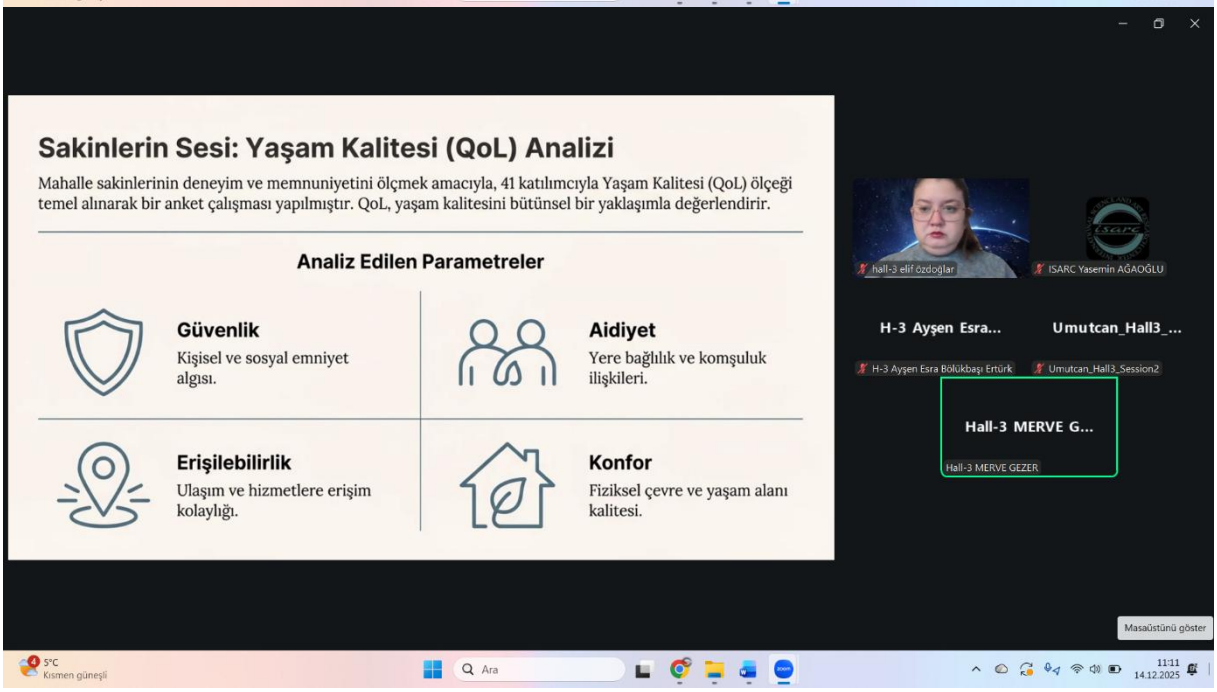

On a class of (bz)-operators
K. Ben Ouidren · A. Ouahab · H. Zariouh
Abstract
Keywords
HALL-13 INDIA,...
HALL-13 INDIA, MD AMJAD AN...
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Youssef EL GHA...
Youssef EL GHALI (hall 20)
Hall-16, Sadia Afrin Sayfa NEG...
Hall-18,Salma A...
AZNIRA BINTI Z...
Hall-18,Salma ABROURI
AZNIRA BINTI ZAINAL
Zariouh Hassan...
Zariouh Hassan S 4- H 14
Nabil Khan
Abdullahi Muha...
Noorjan Mossawi
Abdullahi Muhammad Kobo Ha...
Noorjan Mossawi
Masaüstünü göster
Ara

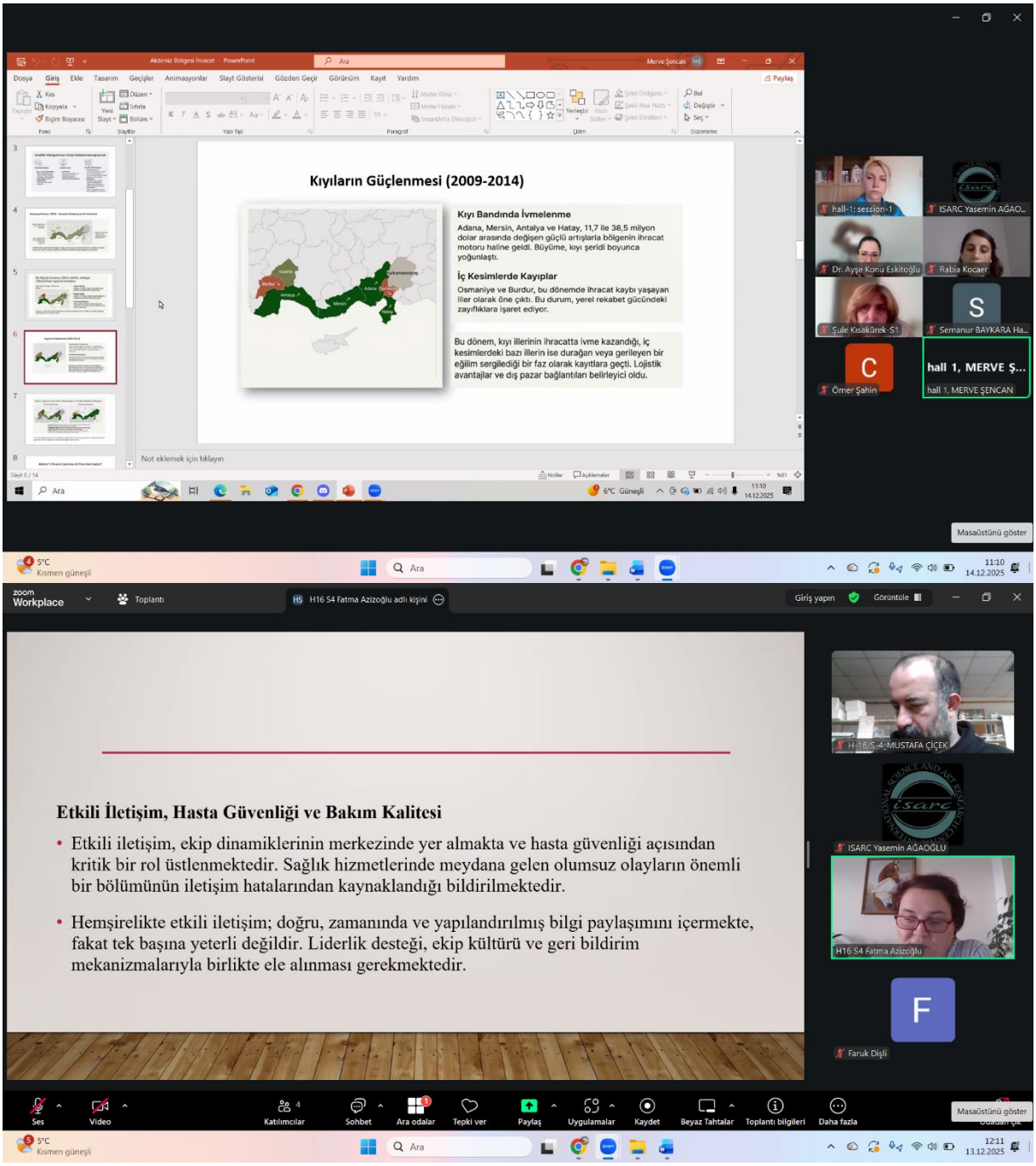

Araştırmaya katılan öğrencilerin lisansüstü eğitimine başlamak için başvurdukları bilgi kaynakları; üniversitenin web sayfası, akademisyen kadrosu, programa devam eden diğer lisansüstü öğrenciler ve enstitü web sayfaları olarak belirlenmiştir.
Tablo 6'de Lisansüstü eğitimden beklentiler
Lisansüstü eğitimden beklentiler
Geleceğim için kapı açılması
Kendi fikirlerimi geliştirme ve paylaşma fırsatını bulma
Çalışma alanında daha yetkin olmak
Akademisyen olmak ve daha güzel bir hayat yaşayabilmek
Araştırmaya katılan öğrencilerin lisansüstü eğitiminden beklentileri gelecek, kendini geliştirme, çalışma alanında daha güçlü olmak ve akademisyen olmak gibi beklentiler sayılmıştır.
SONUÇ
Araştırmanın analiz sonuçlarına göre lisans eğitimine devam eden öğrencilerin lisansüstü eğitime olumlu yaklaştıkları görülmüştür. Araştırmanın bulguları, lisans öğrencilerinin lisansüstü eğitimde üniversite seçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve üniversitelere yol göstermesi açısından önemlidir. Çalışma ile lisansüstü eğitim almak isteyen bireylere ve literatüre katkı sunulacağı düşünülmektedir.
Hall 8 session 2Leyla Ercan
ISARC Yasemin AĞAO...
Rzayeva Ruhiyye S 2...
Melek Çakmak
Hall 8, Session 2 Abdul...
SESSION-2, HALL-8, M...
SESSION-2, HAL...
Hall 8,Session 2...
Hall 8,Session 2 Ruqiy...
H7, S2 Büşra Koç
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall 7,Yağmur Mahmudova
hall 7,Gülay Mustafayeva
Hall-7 Nermin Abbasova
Hall 7

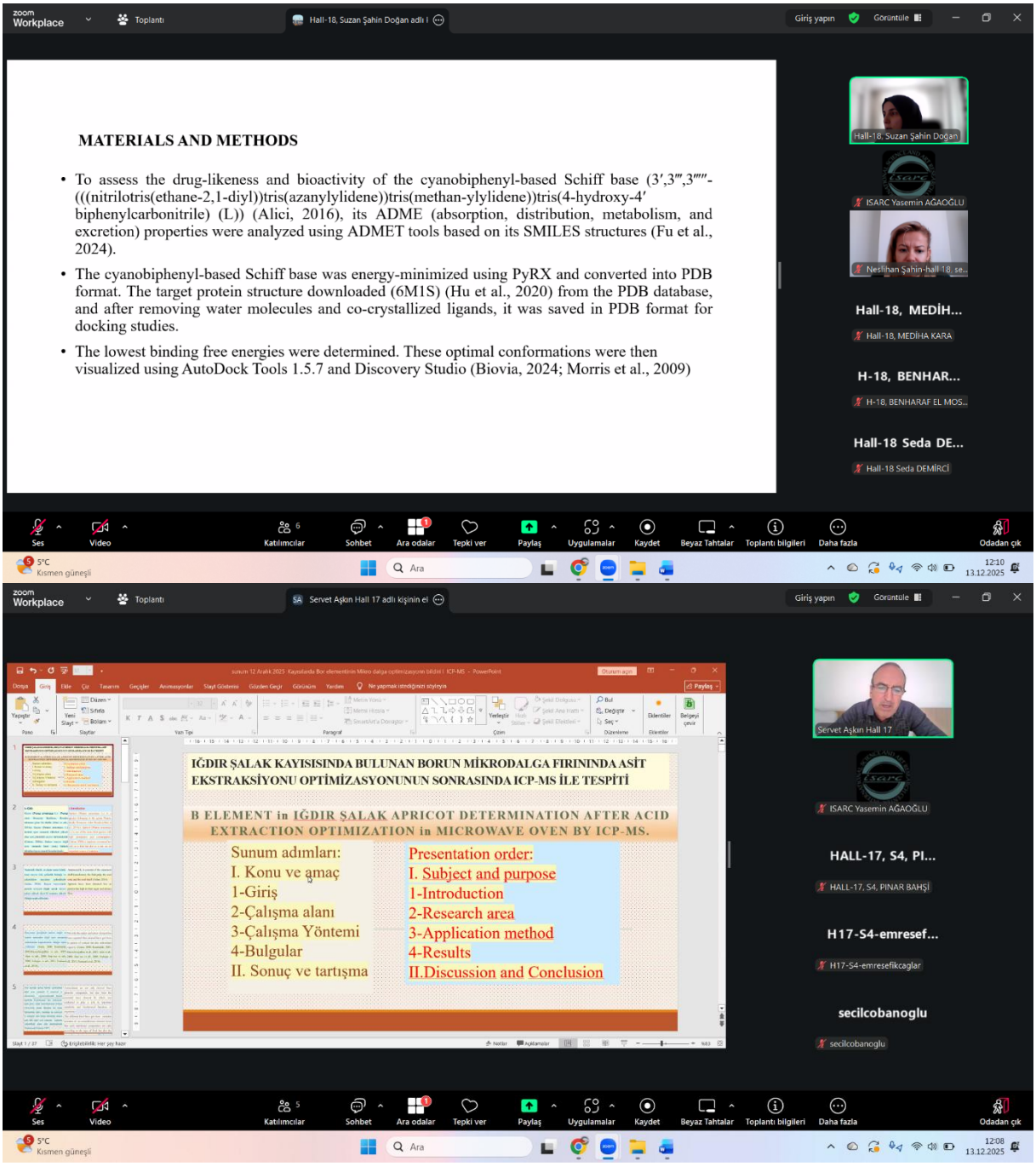

Hall-6 Session-2 Abdullah Kürşat
Genç, Orta ve Olgun Firmaların Farklılaşması
BUSINESS LIFECYCLE
Genç Firmalar
Agresif büyüme arayışı, yüksek riskli yatırımlar
Pazar penetrasyonu ve tutunma odaklı
Hayatta kalma ve pazar payı kazanma motivasyonu
Maddi olmayan varlıklara yoğun yatırım
Orta Yaş Firmalar
Büyüme sancıları ve kurumsallaşma süreci
Süreç optimizasyonu ve yapısal gelişim
Olgun Firmalar
İstikrar, verimlilik ve hissedar getirisi önceliği
Mevcut OC'nin sömürülmesi, yeni yatırımlarda yavaşlama
Durağanlaşma veya göreceli küçülme eğilimi
Ayşe Nur Buyruk Akbaba - H...
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall-6 Session-2 Abdullah Kürş...
Hall-6 Recep Alper Çelik
Nigar Huseynova
kader


Zehra Çankaya Bayraklı 5 Hall adl
Gazetenin masrafları, Alman Dışişleri Bakanlığı bütçesinden ve **Deutsche Bank, Krupp, Siemens** ve **I.G. Farbenindustrie** gibi önde gelen Alman sanayi ve finans kuruluşlarının maddi destekleriyle karşılanmıştır.
• Gazete genellikle **dört sayfa** olarak yayımlanmış, Pazar günleri ve kapatılmadığı günler dışında her gün çıkmıştır.
• Yayın dili Almanca olsa da, haberler çoğunlukla Türkiye ve Bulgaristan üzerine olmuştur.
Yayın sorumlusu olarak Almanca tarafı **Dr. Franz Frederik Schmidt-Dumont** (1926–1933), Türkçe tarafı ise **Ahmet Muzaffer Toydemir** (1926–1943) üstlenmiştir.
• **Matbaa:** Gazete başlangıçta yabancı bir yayınevinde basılmış, ancak 1929 yılından itibaren Alman Dışişleri Bakanlığı'nın garantörlüğüyle satın alınan **"Universum" matbaasında** basılmıştır.
• **Ekler:** 1930 yılında, **"Der Nahe Osten" (Yakındoğu)** adlı, iki ayda bir çıkan **32 sayfalık ekonomik bir ek** yayınlamaya başlamıştır.
Ayrıca Alman kolonisindeki kadınlara yönelik haftalık **"Die Hausfrau" (Ev Kadını)** adlı bir ek de gotik harflerle basılmıştır
Hall-5 ZAFER DURAN
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall-5 Session-2 Ahmet S...
Zehra Çankaya Bayraklı 5 Hall
Hall-5 hguvenoglu
H.5 S.2 - Ramaz...
H.5 S.2 - Ramazan Furkan...

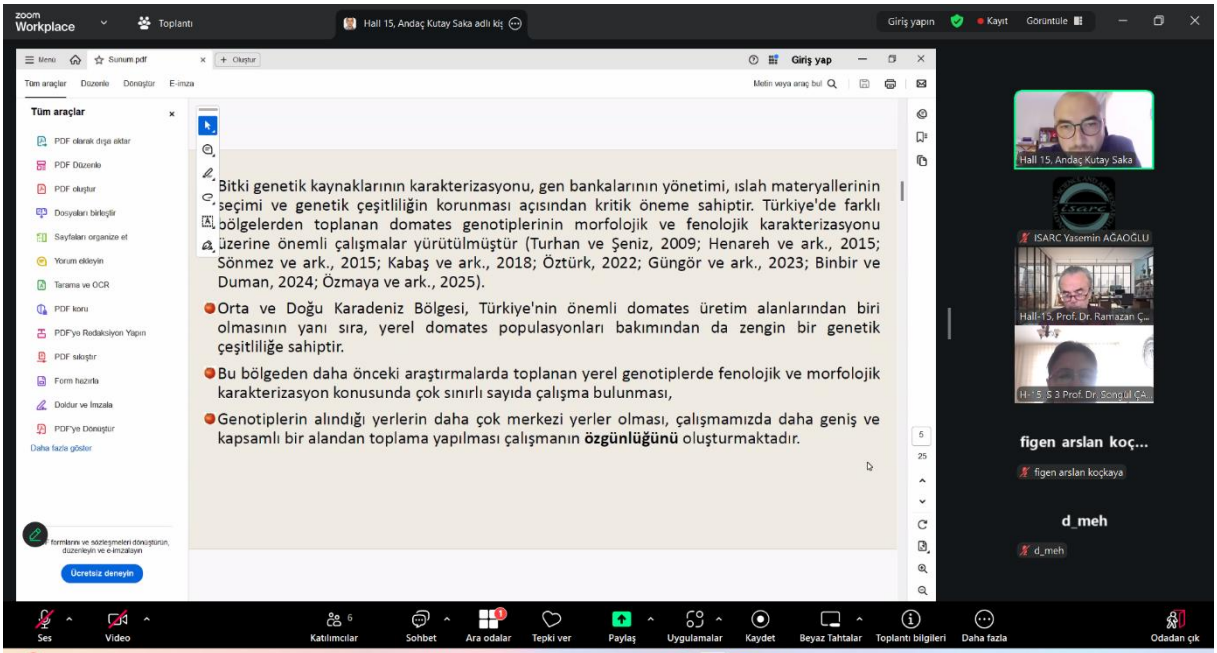

Research
Çalışmanın Metodolojisi
Bu çalışma, tezlerin içerik açısından incelenmesine dayanan nitel ve betimleyici bir araştırmadır.
Nitel ve betimleyici araştırmalar, karmaşık toplumsal olguları açıklamaktan ziyade temel özellikleri görünür kılmaya, düzenli bir biçimde sınıflandırmaya ve mevcut durumun sistematik bir resmini sunmaya odaklanmaktadır.
Mevcut dokümanlara veya gözlemlere dayalı olarak "olduğu şekilde" tanımlanmasını amaçlar, gerçekliğe en yakın ve yorumu en az içeren nitel bir yaklaşımdır.
Araştırmacının temel amacı, veriyi mümkün olduğunca katılımcıların perspektifine sadık biçimde aktarmak ve inceleme konusu hakkında yalın ama analitik bir çerçeve sunmaktır (Sandelowski, 2000).
Tezlerin künyesi, özeti ve anahtar kelimeleri incelenmiş; temalar SKA maddelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu tezlerde ele alınan temalar, özellikle SKA 5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) olmak üzere, SKA 1, 3, 4, 8, 10 ve 16 gibi ilişkili amaçlar çerçevesinde sınıflandırılma yapılmıştır.
Methodology of the Study
This study is a qualitative and descriptive research based on the content analysis of theses.
Qualitative and descriptive research focuses on making visible the basic characteristics of complex social phenomena, classifying them in an orderly manner, and presenting a systematic picture of the current situation, rather than explaining them.
It aims to describe them "as is" based on existing documents or observations, and is a qualitative approach that is closest to reality and involves the least interpretation.
The main goal of the researcher is to convey the data as faithfully as possible to the participants' perspective and to provide a simple but analytical framework about the subject of study (Sandelowski, 2000).
The bibliographic information, abstract, and keywords of the theses were examined; the themes were classified according to the SDG items. The themes addressed in these theses were classified within the framework of related goals such as SDG 1, 3, 4, 8, 10, and 16, especially SDG 5 (Gender Equality).
Hall4-AYŞE ASİLTÜRK
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall-4, Session-2 Türkan Tuğba Yıldız Ural

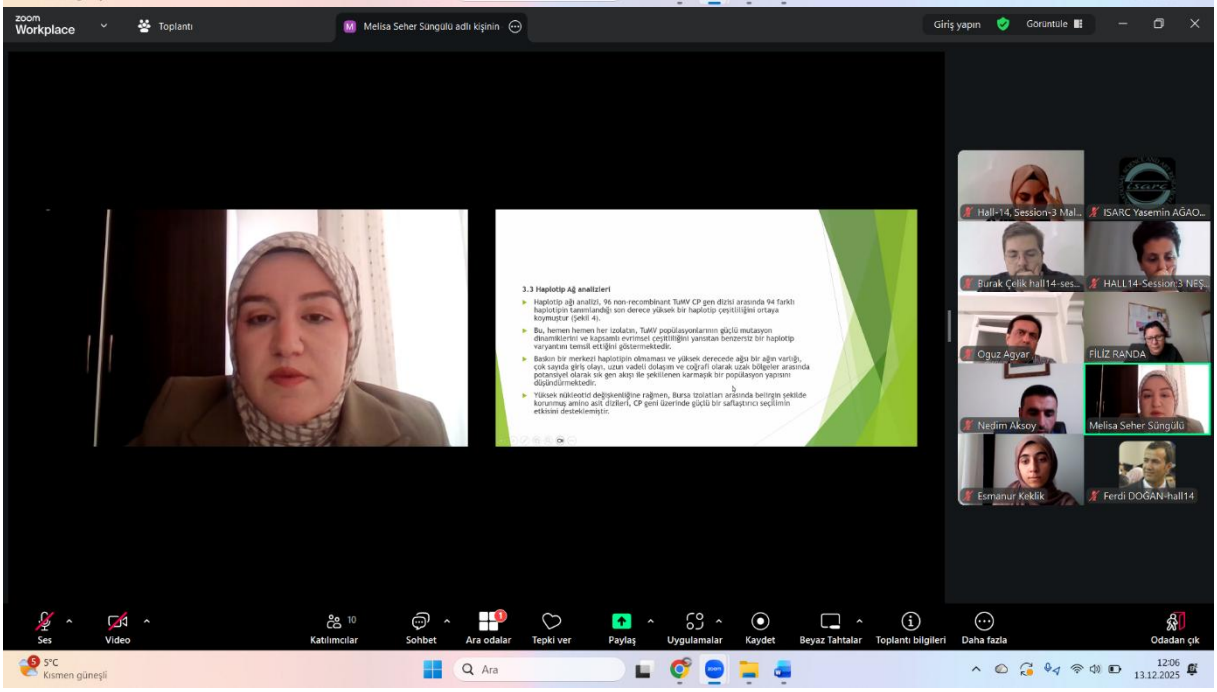

Sakinlerin Sesi: Yaşam Kalitesi (QoL) Analizi
Mahalle sakinlerinin deneyim ve memnuniyetini ölçmek amacıyla, 41 katılımcıyla Yaşam Kalitesi (QoL) ölçeği temel alınarak bir anket çalışması yapılmıştır. QoL, yaşam kalitesini bütünsel bir yaklaşımla değerlendirir.
Analiz Edilen Parametreler
Güvenlik
Kişisel ve sosyal emniyet algısı.
Aidiyet
Yere bağlılık ve komşuluk ilişkileri.
Erişilebilirlik
Ulaşım ve hizmetlere erişim kolaylığı.
Konfor
Fiziksel çevre ve yaşam alanı kalitesi.
hall-3 elif özdoğlar
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
H-3 Ayşen Esra...
Umutcan_Hall3_...
H-3 Ayşen Esra Bölükbaşı Ertürk
Umutcan_Hall3_Session2
Hall-3 MERVE G...
Hall-3 MERVE GEZER

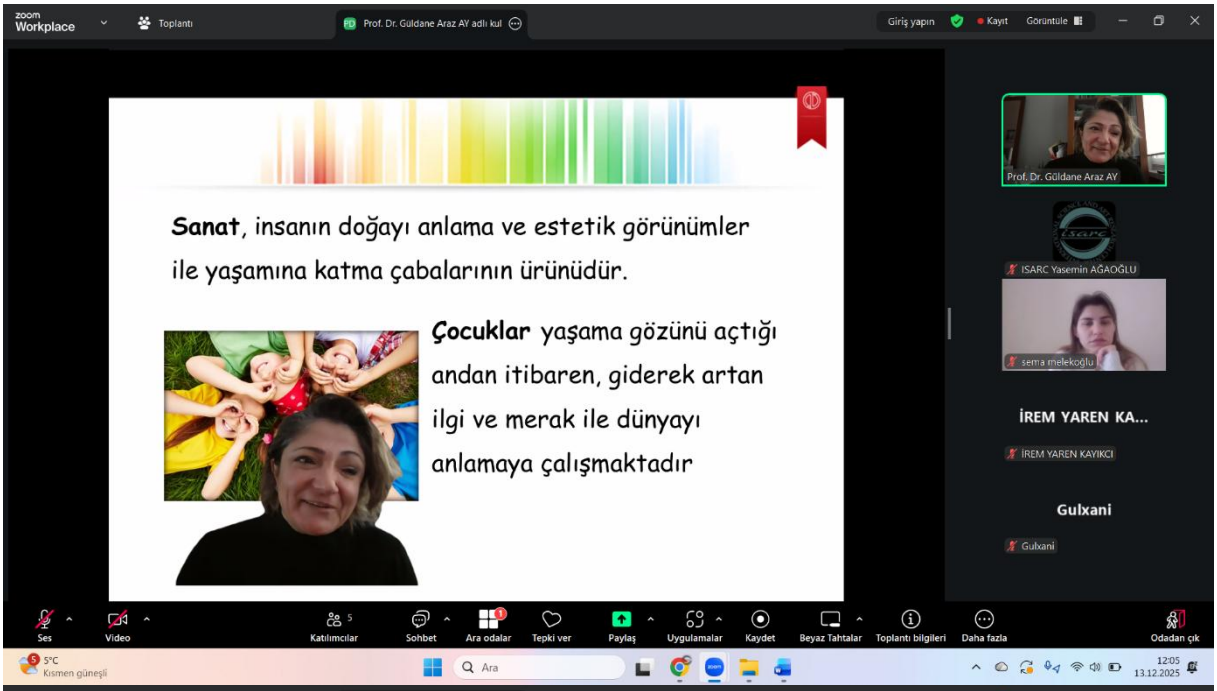

Kıyıların Güçlenmesi (2009-2014)
Kıyı Bandında İvmelenme
Adana, Mersin, Antalya ve Hatay, 11,7 ile 38,5 milyon dolar arasında değişen güçlü artışlarla bölgenin ihracat motoru haline geldi. Büyüme, kıyı şeridi boyunca yoğunlaştı.
İç Kesimlerde Kayıplar
Osmaniye ve Burdur, bu dönemde ihracat kaybı yaşayan iller olarak öne çıktı. Bu durum, yerel rekabet gücündeki zayıflıklara işaret ediyor.
Bu dönem, kıyı illerinin ihracatta ivme kazandığı, iç kesimlerdeki bazı illerin ise durağan veya gerileyen bir eğilim sergilediği bir faz olarak kayıtlara geçti. Lojistik avantajlar ve dış pazar bağlantıları belirleyici oldu.
hall-1; session-1
ISARC Yasemin AĞAO...
Dr. Ayşe Konu Eskitoğlu
Rabia Kocaer
Şule Kısakürek-S1
Semanur BAYKARA Ha...
Ömer Şahin
hall 1, MERVE Ş...
hall 1, MERVE ŞENCAN
Etkili İletişim, Hasta Güvenliği ve Bakım Kalitesi
• Etkili iletişim, ekip dinamiklerinin merkezinde yer almakta ve hasta güvenliği açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Sağlık hizmetlerinde meydana gelen olumsuz olayların önemli bir bölümünün iletişim hatalarından kaynaklandığı bildirilmektedir.
• Hemşirelikte etkili iletişim; doğru, zamanında ve yapılandırılmış bilgi paylaşımını içermekte, fakat tek başına yeterli değildir. Liderlik desteği, ekip kültürü ve geri bildirim mekanizmalarıyla birlikte ele alınması gerekmektedir.
H-16/S-4_MUSTAFA ÇİÇEK
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
H16 S4 Fatma Azizoğlu
Faruk Dişli

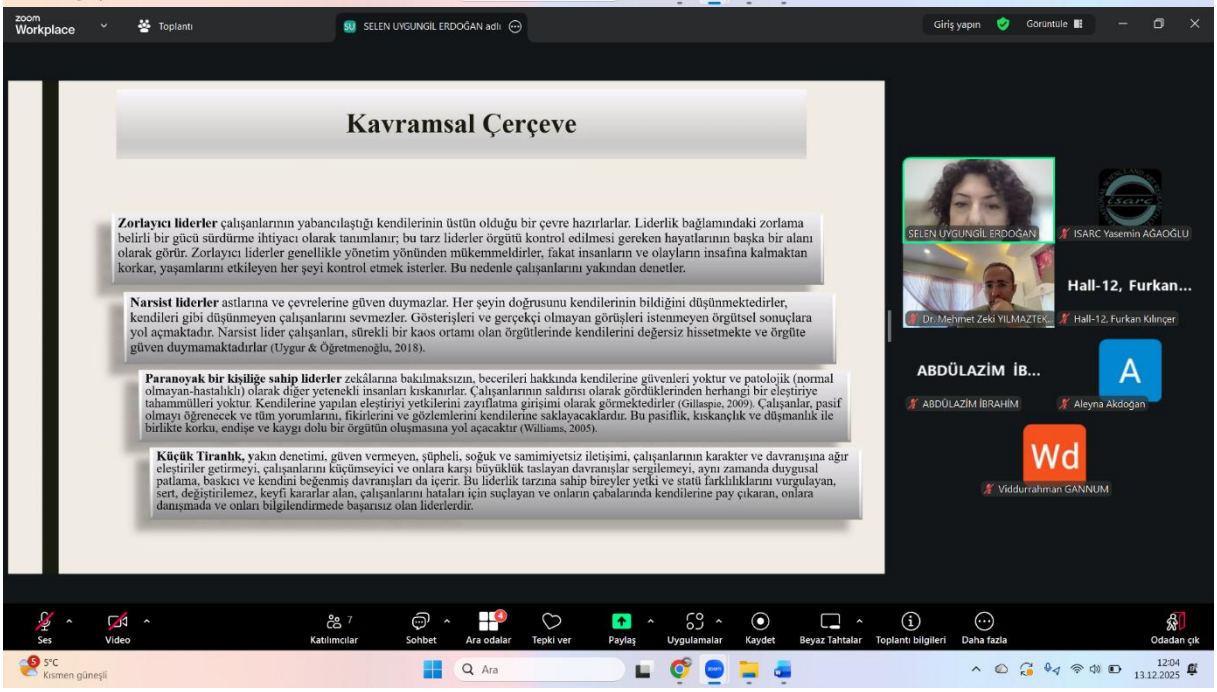

MATERIALS AND METHODS
• To assess the drug-likeness and bioactivity of the cyanobiphenyl-based Schiff base (3′,3‴,3⁗-(((nitrilotris(ethane-2,1-diyl))tris(azanylylidene))tris(methan-ylylidene))tris(4-hydroxy-4′ biphenylcarbonitrile) (L)) (Alici, 2016), its ADME (absorption, distribution, metabolism, and excretion) properties were analyzed using ADMET tools based on its SMILES structures (Fu et al., 2024).
• The cyanobiphenyl-based Schiff base was energy-minimized using PyRX and converted into PDB format. The target protein structure downloaded (6M1S) (Hu et al., 2020) from the PDB database, and after removing water molecules and co-crystallized ligands, it was saved in PDB format for docking studies.
• The lowest binding free energies were determined. These optimal conformations were then visualized using AutoDock Tools 1.5.7 and Discovery Studio (Biovia, 2024; Morris et al., 2009)
Hall-18, Suzan Şahin Doğan
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Neslihan Şahin-hall-18, se...
Hall-18, MEDİH...
Hall-18, MEDİHA KARA
H-18, BENHAR...
H-18, BENHARAF EL MOS...
Hall-18 Seda DE...
Hall-18 Seda DEMİRCİ

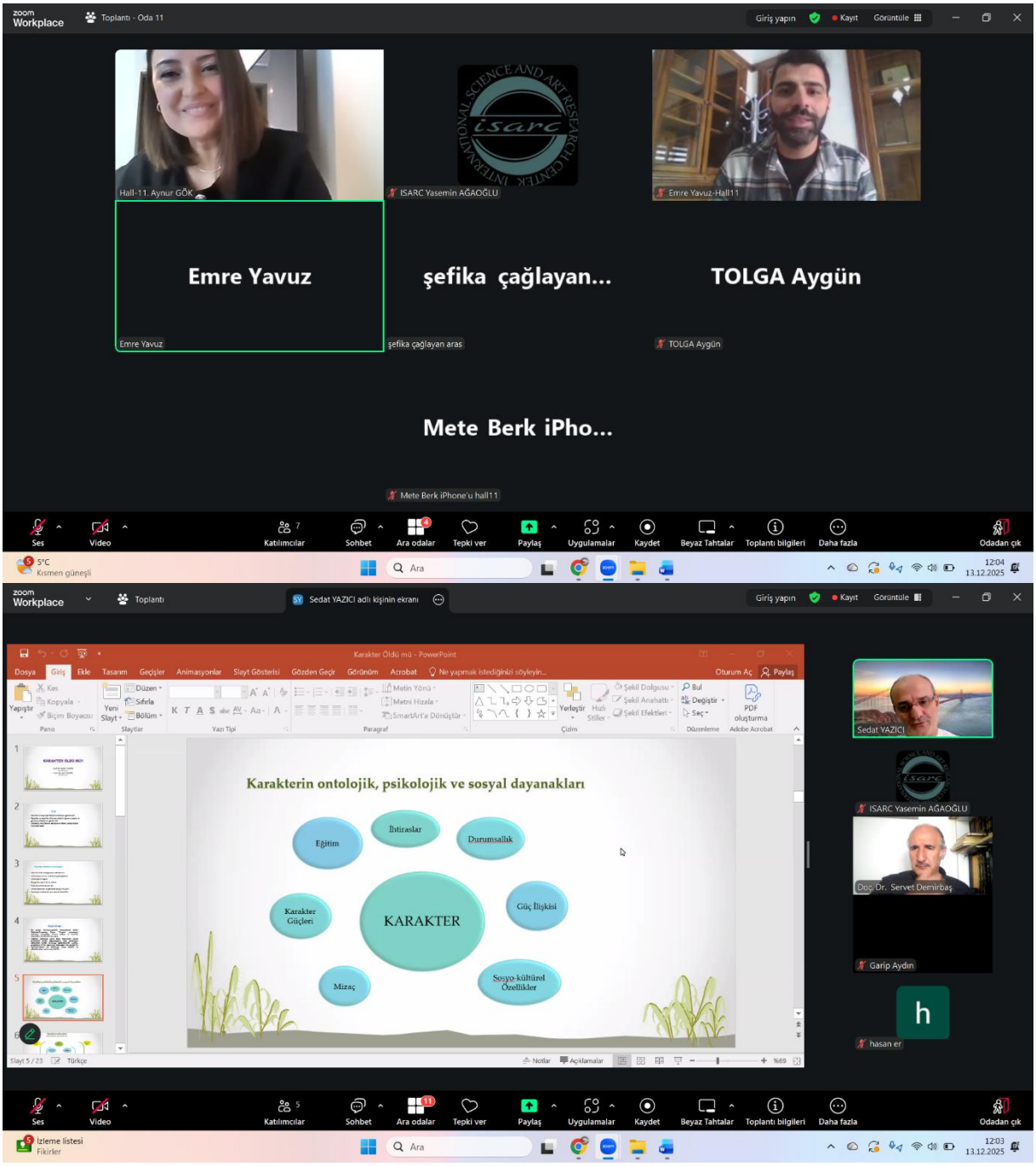
IĞDIR ŞALAK KAYISISINDA BULUNAN BORUN MİKRODALGA FIRININDA ASİT EKSTRAKSİYONU OPTİMİZASYONUNUN SONRASINDA ICP-MS İLE TESPİTİ
B ELEMENT in IĞDIR ŞALAK APRICOT DETERMINATION AFTER ACID EXTRACTION OPTIMIZATION in MICROWAVE OVEN BY ICP-MS.
Sunum adımları:
I. Konu ve amaç
1-Giriş
2-Çalışma alanı
3-Çalışma Yöntemi
4-Bulgular
II. Sonuç ve tartışma
Presentation order:
I. Subject and purpose
1-Introduction
2-Research area
3-Application method
4-Results
II.Discussion and Conclusion
Servet Aşkın Hall 17
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
HALL-17, S4, PI...
HALL-17, S4, PINAR BAHŞİ
H17-S4-emresef...
H17-S4-emresefikcaglar
secilcobanoglu
secilcobanoglu

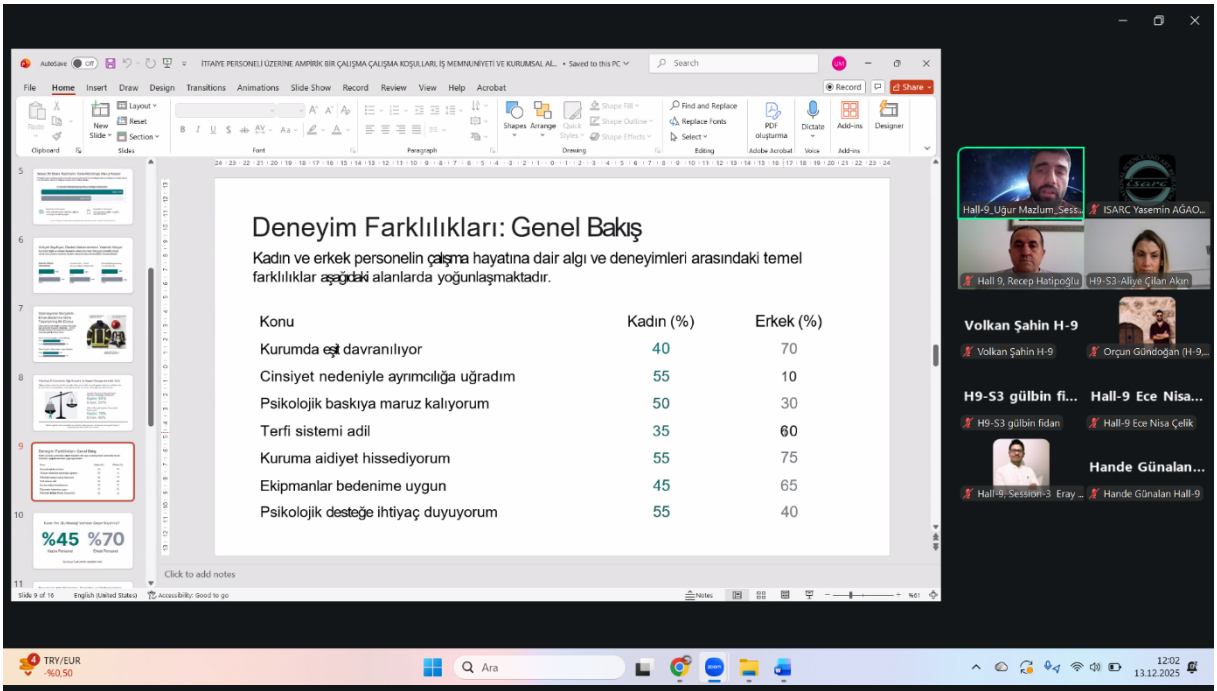

Hall 15, Andaç Kutay Saka adlı kiş
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Sunum.pdf
Giriş yap
Tüm araçlar
Bitki genetik kaynaklarının karakterizasyonu, gen bankalarının yönetimi, ıslah materyallerinin seçimi ve genetik çeşitliliğin korunması açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye'de farklı bölgelerden toplanan domates genotiplerinin morfolojik ve fenolojik karakterizasyonu üzerine önemli çalışmalar yürütülmüştür (Turhan ve Şeniz, 2009; Henareh ve ark., 2015; Sönmez ve ark., 2015; Kabaş ve ark., 2018; Öztürk, 2022; Güngör ve ark., 2023; Binbir ve Duman, 2024; Özmaya ve ark., 2025).
Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin önemli domates üretim alanlarından biri olmasının yanı sıra, yerel domates populasyonları bakımından da zengin bir genetik çeşitliliğe sahiptir.
Bu bölgeden daha önceki araştırmalarda toplanan yerel genotiplerde fenolojik ve morfolojik karakterizasyon konusunda çok sınırlı sayıda çalışma bulunması,
Genotiplerin alındığı yerlerin daha çok merkezi yerler olması, çalışmamızda daha geniş ve kapsamlı bir alandan toplama yapılması çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır.
Hall 15, Andaç Kutay Saka
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall-15, Prof. Dr. Ramazan Ç...
H-15_S 3 Prof. Dr. Songül ÇA...
figen arslan koç...
figen arslan koçkaya
d_meh
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

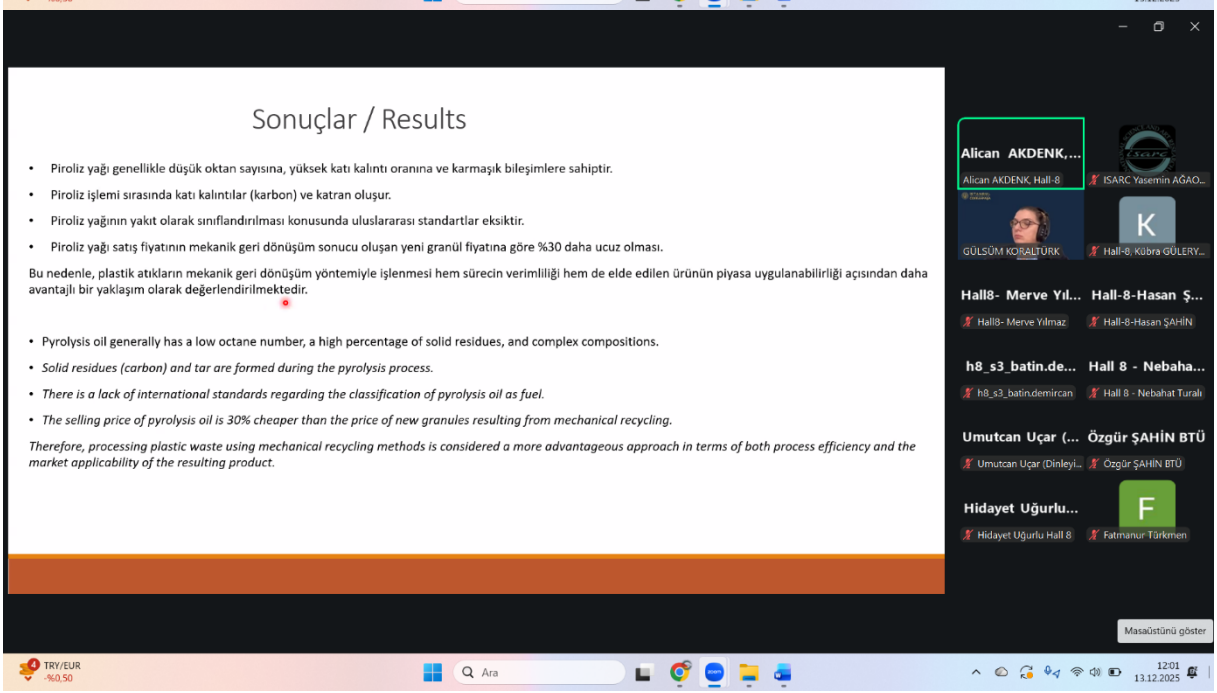

Melisa Seher Süngülü adlı kişinin
Giriş yapın
Görüntüle
3.3 Haplotip Ağ analizleri
Haplotip ağı analizi, 96 non-recombinant TuMV CP gen dizisi arasında 94 farklı haplotipin tanımlandığı son derece yüksek bir haplotip çeşitliliğini ortaya koymuştur (Şekil 4).
Bu, hemen hemen her izolatın, TuMV popülasyonlarının güçlü mutasyon dinamiklerini ve kapsamlı evrimsel çeşitliliğini yansıtan benzersiz bir haplotip varyantını temsil ettiğini göstermektedir.
Baskın bir merkezi haplotipin olmaması ve yüksek derecede ağsı bir ağın varlığı, çok sayıda giriş olayı, uzun vadeli dolaşım ve coğrafi olarak uzak bölgeler arasında potansiyel olarak sık gen akışı ile şekillenen karmaşık bir popülasyon yapısını düşündürmektedir.
Yüksek nükleotid değişkenliğine rağmen, Bursa izolatları arasında belirgin şekilde korunmuş amino asit dizileri, CP geni üzerinde güçlü bir saflaştırıcı seçilimin etkisini desteklemiştir.
Hall-14, Session-3 Mal...
ISARC Yasemin AĞAO...
Burak Çelik hall14-ses...
HALL14-Session3 NES...
Oguz Agyar
FİLİZ RANDA
Nedim Aksoy
Melisa Seher Süngülü
Esmanur Keklik
Ferdi DOĞAN-hall14
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

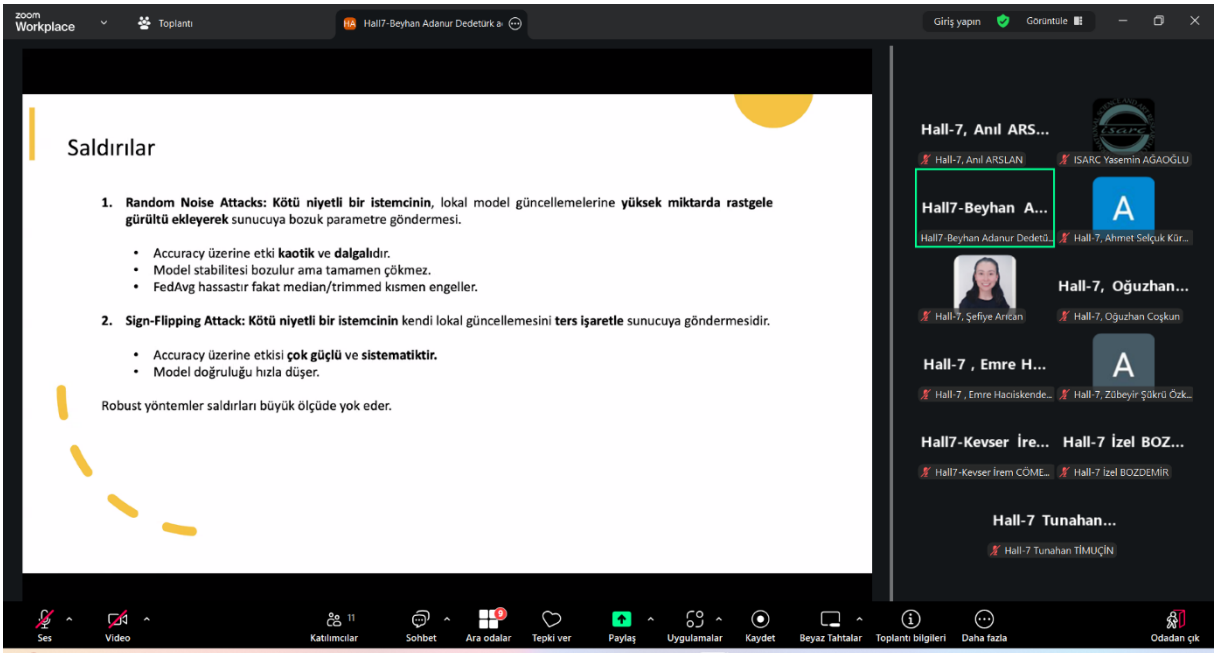

Prof. Dr. Güldane Araz AY adlı kul
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Sanat, insanın doğayı anlama ve estetik görünümler ile yaşamına katma çabalarının ürünüdür.
Çocuklar yaşama gözünü açtığı andan itibaren, giderek artan ilgi ve merak ile dünyayı anlamaya çalışmaktadır
Prof. Dr. Güldane Araz AY
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
sema melekoğlu
İREM YAREN KA...
İREM YAREN KAYIKCI
Gulxani
Gulxani
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

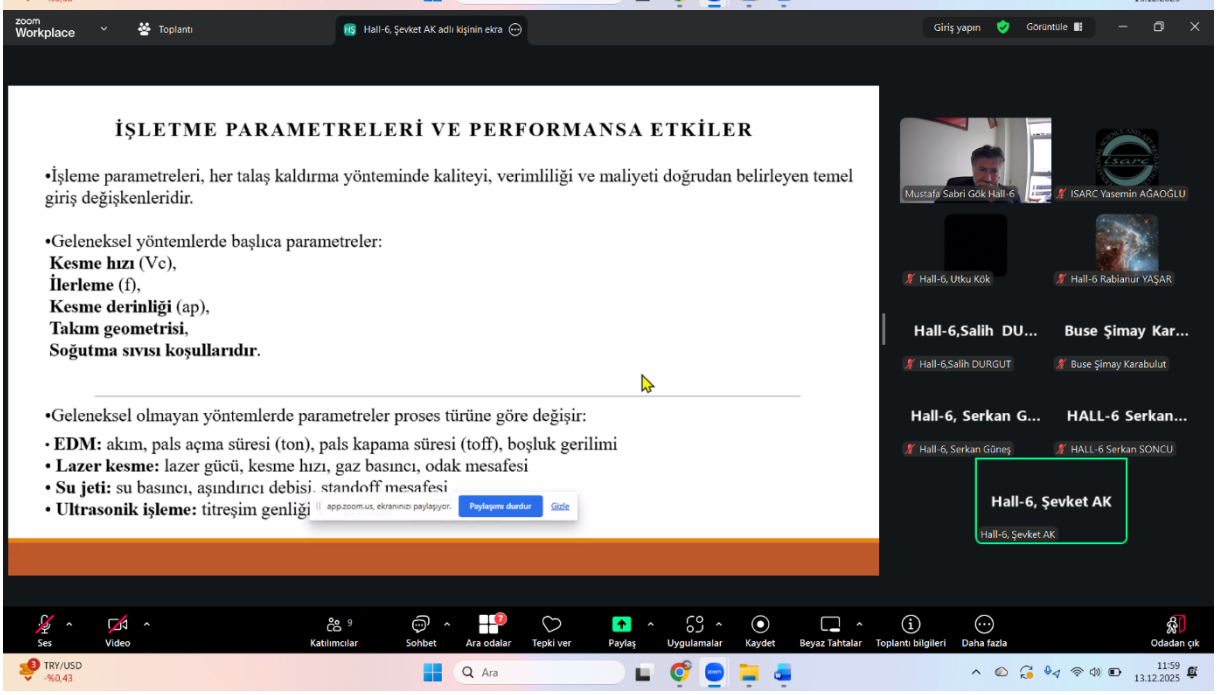

SELEN UYGUNGİL ERDOĞAN adlı
Giriş yapın
Görüntüle
Kavramsal Çerçeve
Zorlayıcı liderler çalışanlarının yabancılaştığı kendilerinin üstün olduğu bir çevre hazırlarlar. Liderlik bağlamındaki zorlama belirli bir gücü sürdürme ihtiyacı olarak tanımlanır; bu tarz liderler örgütü kontrol edilmesi gereken hayatlarının başka bir alanı olarak görür. Zorlayıcı liderler genellikle yönetim yönünden mükemmeldirler, fakat insanların ve olayların insafına kalmaktan korkar, yaşamlarını etkileyen her şeyi kontrol etmek isterler. Bu nedenle çalışanlarını yakından denetler.
Narsist liderler astlarına ve çevrelerine güven duymazlar. Her şeyin doğrusunu kendilerinin bildiğini düşünmektedirler, kendileri gibi düşünmeyen çalışanlarını sevmezler. Gösterişleri ve gerçekçi olmayan görüşleri istenmeyen örgütsel sonuçlara yol açmaktadır. Narsist lider çalışanları, sürekli bir kaos ortamı olan örgütlerinde kendilerini değersiz hissetmekte ve örgüte güven duymamaktadırlar (Uygur & Öğretmenoğlu, 2018).
Paranoyak bir kişiliğe sahip liderler zekâlarına bakılmaksızın, becerileri hakkında kendilerine güvenleri yoktur ve patolojik (normal olmayan-hastalıklı) olarak diğer yetenekli insanları kıskanırlar. Çalışanlarının saldırısı olarak gördüklerinden herhangi bir eleştiriye tahammülleri yoktur. Kendilerine yapılan eleştiriyi yetkilerini zayıflatma girişimi olarak görmektedirler (Gillespie, 2009). Çalışanlar, pasif olmayı öğrenecek ve tüm yorumlarını, fikirlerini ve gözlemlerini kendilerine saklayacaklardır. Bu pasiflik, kıskançlık ve düşmanlık ile birlikte korku, endişe ve kaygı dolu bir örgütün oluşmasına yol açacaktır (Williams, 2005).
Küçük Tiranlık, yakın denetimi, güven vermeyen, şüpheli, soğuk ve samimiyetsiz iletişimi, çalışanlarının karakter ve davranışına ağır eleştiriler getirmeyi, çalışanlarını küçümseyici ve onlara karşı büyüklük taslayan davranışlar sergilemeyi, aynı zamanda duygusal patlama, baskıcı ve kendini beğenmiş davranışları da içerir. Bu liderlik tarzına sahip bireyler yetki ve statü farklılıklarını vurgulayan, sert, değiştirilemez, keyfi kararlar alan, çalışanlarını hataları için suçlayan ve onların çabalarında kendilerine pay çıkaran, onlara danışmada ve onları bilgilendirmede başarısız olan liderlerdir.
SELEN UYGUNGİL ERDOĞAN
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Dr. Mehmet Zeki YILMAZTEK...
Hall-12, Furkan Kılınçer
ABDÜLAZİM İB...
ABDÜLAZİM İBRAHİM
Aleyna Akdoğan
Viddurrahman GANNUM
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

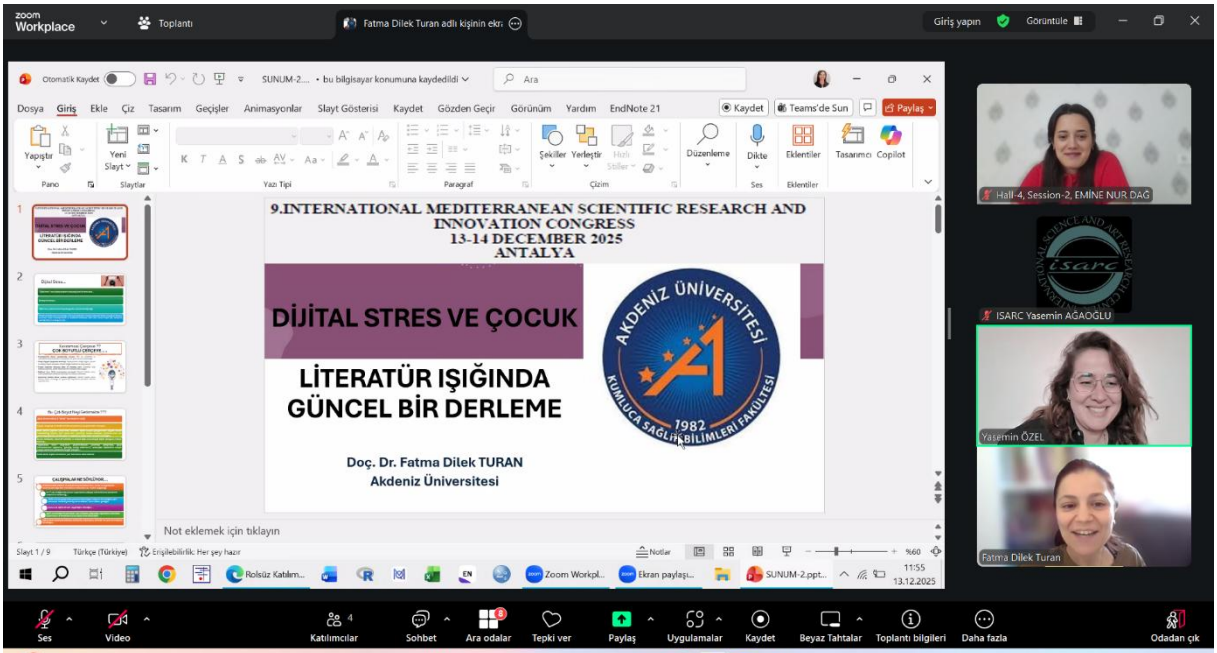

Toplantı - Oda 11
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Hall-11. Aynur GÖK
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Emre Yavuz-Hall11
Emre Yavuz
şefika çağlayan...
TOLGA Aygün
Emre Yavuz
şefika çağlayan aras
TOLGA Aygün
Mete Berk iPho...
Mete Berk iPhone'u hall11
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
Toplantı
Sedat YAZICI adlı kişinin ekranı
Karakter Öldü mü - PowerPoint
Karakterin ontolojik, psikolojik ve sosyal dayanakları
Eğitim
İhtiraslar
Durumsallık
Karakter Güçleri
KARAKTER
Güç İlişkisi
Mizaç
Sosyo-kültürel Özellikler
Sedat YAZICI
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Doç. Dr. Servet Demirbaş
Garip Aydın
hasan er

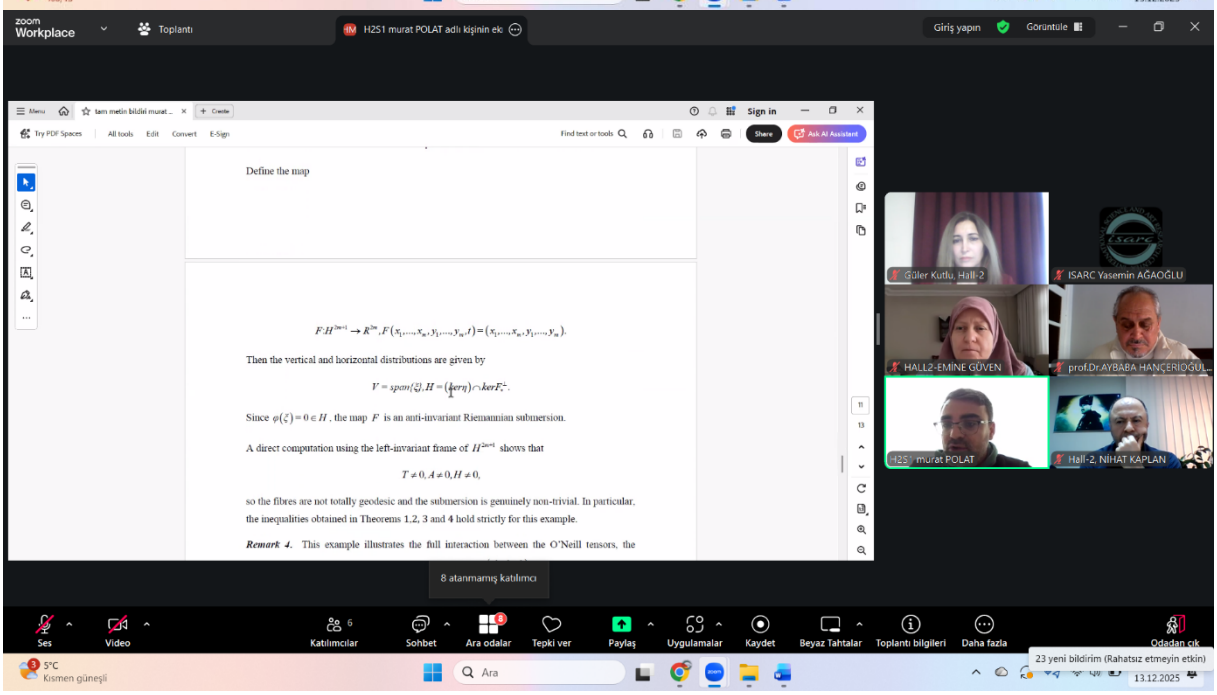

Deneyim Farklılıkları: Genel Bakış
Kadın ve erkek personelin çalışma hayatına dair algı ve deneyimleri arasındaki temel farklılıklar aşağıdaki alanlarda yoğunlaşmaktadır.
Konu | Kadın (%) | Erkek (%)
Kurumda eşit davranılıyor | 40 | 70
Cinsiyet nedeniyle ayrımcılığa uğradım | 55 | 10
Psikolojik baskıya maruz kalıyorum | 50 | 30
Terfi sistemi adil | 35 | 60
Kuruma aidiyet hissediyorum | 55 | 75
Ekipmanlar bedenime uygun | 45 | 65
Psikolojik desteğe ihtiyaç duyuyorum | 55 | 40
%45 %70
Click to add notes

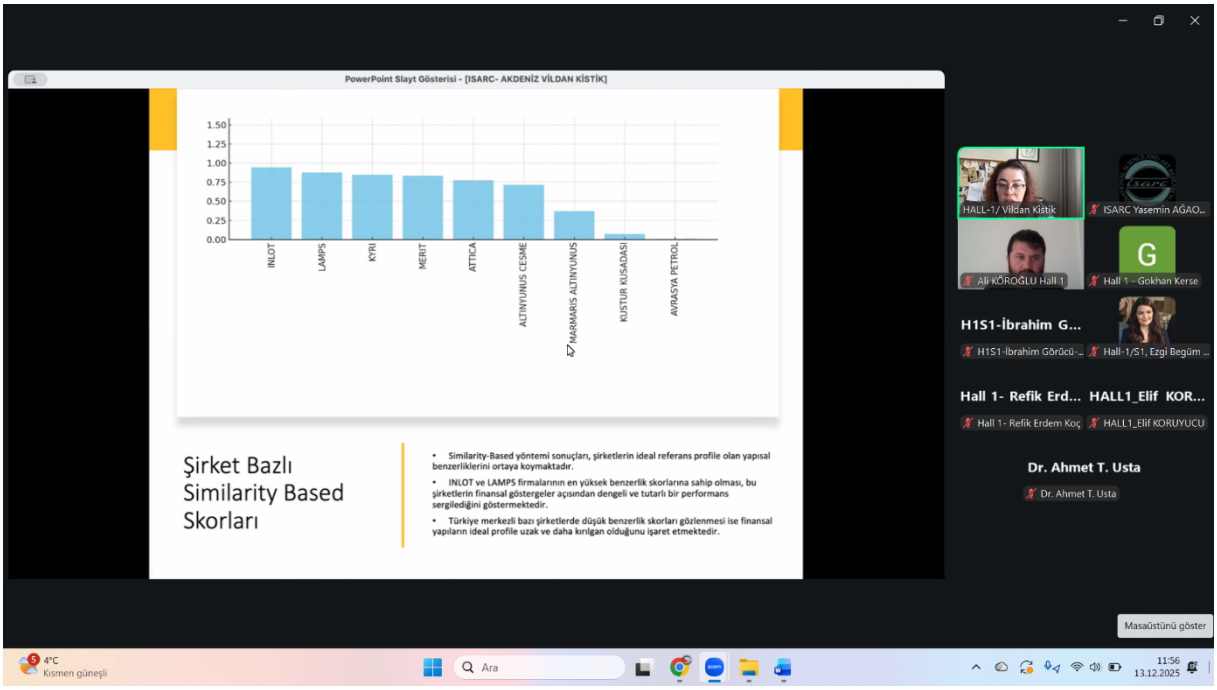

Sonuçlar / Results
Piroliz yağı genellikle düşük oktan sayısına, yüksek katı kalıntı oranına ve karmaşık bileşimlere sahiptir.
Piroliz işlemi sırasında katı kalıntılar (karbon) ve katran oluşur.
Piroliz yağının yakıt olarak sınıflandırılması konusunda uluslararası standartlar eksiktir.
Piroliz yağı satış fiyatının mekanik geri dönüşüm sonucu oluşan yeni granül fiyatına göre %30 daha ucuz olması.
Bu nedenle, plastik atıkların mekanik geri dönüşüm yöntemiyle işlenmesi hem sürecin verimliliği hem de elde edilen ürünün piyasa uygulanabilirliği açısından daha avantajlı bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.
Pyrolysis oil generally has a low octane number, a high percentage of solid residues, and complex compositions.
Solid residues (carbon) and tar are formed during the pyrolysis process.
There is a lack of international standards regarding the classification of pyrolysis oil as fuel.
The selling price of pyrolysis oil is 30% cheaper than the price of new granules resulting from mechanical recycling.
Therefore, processing plastic waste using mechanical recycling methods is considered a more advantageous approach in terms of both process efficiency and the market applicability of the resulting product.


Saldırılar
1. Random Noise Attacks: Kötü niyetli bir istemcinin, lokal model güncellemelerine yüksek miktarda rastgele gürültü ekleyerek sunucuya bozuk parametre göndermesi.
• Accuracy üzerine etki kaotik ve dalgalıdır.
• Model stabilitesi bozulur ama tamamen çökmez.
• FedAvg hassastır fakat median/trimmed kısmen engeller.
2. Sign-Flipping Attack: Kötü niyetli bir istemcinin kendi lokal güncellemesini ters işaretle sunucuya göndermesidir.
• Accuracy üzerine etkisi çok güçlü ve sistematiktir.
• Model doğruluğu hızla düşer.
Robust yöntemler saldırları büyük ölçüde yok eder.
Hall-7, Anıl ARS...
Hall7-Beyhan A...
Hall-7, Oğuzhan...
Hall-7 , Emre H...
Hall7-Kevser İre...
Hall-7 İzel BOZ...
Hall-7 Tunahan...


İŞLETME PARAMETRELERİ VE PERFORMANSA ETKİLER
•İşleme parametreleri, her talaş kaldırma yönteminde kaliteyi, verimliliği ve maliyeti doğrudan belirleyen temel giriş değişkenleridir.
•Geleneksel yöntemlerde başlıca parametreler:
Kesme hızı (Vc),
İlerleme (f),
Kesme derinliği (ap),
Takım geometrisi,
Soğutma sıvısı koşullarıdır.
•Geleneksel olmayan yöntemlerde parametreler proses türüne göre değişir:
• EDM: akım, pals açma süresi (ton), pals kapama süresi (toff), boşluk gerilimi
• Lazer kesme: lazer gücü, kesme hızı, gaz basıncı, odak mesafesi
• Su jeti: su basıncı, aşındırıcı debisi, standoff mesafesi
• Ultrasonik işleme: titreşim genliği
Hall-6, Şevket AK


9.INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
13-14 DECEMBER 2025
ANTALYA
DİJİTAL STRES VE ÇOCUK
LİTERATÜR IŞIĞINDA GÜNCEL BİR DERLEME
Doç. Dr. Fatma Dilek TURAN
Akdeniz Üniversitesi
Hall-4, Session-2, EMİNE NUR DAĞ
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Yasemin ÖZEL
Fatma Dilek Turan


Define the map
Güler Kutlu, Hall-2
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
HALL2-EMİNE GÜVEN
prof.Dr.AYBABA HANÇERİOĞUL...
H2S1 murat POLAT
Hall-2, NİHAT KAPLAN
8 atanmamış katılımcı


PowerPoint Slayt Gösterisi - [ISARC- AKDENİZ VİLDAN KİSTİK]
1.50
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
INLOT
LAMPS
KYRI
MERIT
ATTICA
ALTINYUNUS CESME
MARMARIS ALTINYUNUS
KUSTUR KUSADASI
AVRASYA PETROL
Şirket Bazlı Similarity Based Skorları
• Similarity-Based yöntemi sonuçları, şirketlerin ideal referans profile olan yapısal benzerliklerini ortaya koymaktadır.
• INLOT ve LAMPS firmalarının en yüksek benzerlik skorlarına sahip olması, bu şirketlerin finansal göstergeler açısından dengeli ve tutarlı bir performans sergilediğini göstermektedir.
• Türkiye merkezli bazı şirketlerde düşük benzerlik skorları gözlenmesi ise finansal yapıların ideal profile uzak ve daha kırılgan olduğunu işaret etmektedir.
HALL-1/ Vildan Kistik
ISARC Yasemin AĞAO...
Ali KÖROĞLU Hall 1
Hall 1 - Gokhan Kerse
H1S1-İbrahim G...
H1S1-İbrahim Görücü-...
Hall-1/S1, Ezgi Begüm ...
Hall 1- Refik Erd...
HALL1_Elif KOR...
Hall 1- Refik Erdem Koç
HALL1_Elif KORUYUCU
Dr. Ahmet T. Usta
Dr. Ahmet T. Usta
Masaüstünü göster
4°C
Kısmen güneşli
Ara
11:56
13.12.2025

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: Kongre Katılımcı Bilgisi **25.12.2025**

İLGİLİ MAKAMA

9. ULUSLARARASI AKDENİZ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ 13-14 ARALIK 2025 tarihleri arasında **ANTALYA/TÜRKİYE** 'de online olarak **20** farklı ülkeden (**Türkiye: 150** ve diğer **Ülkeler: 156; Toplam:306**) 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
Ali KÖROĞLU	From Sustainability To Belief: How Ethical And Social Responsibility Perceptions Shape Brand Evangelism In The Apparel Industry	1-13
Gökhan KERSE Yağmur KERSE	Conscientiousness And Recycling Behavior: An Evaluation In The Context Of The Moderating Role Of Parental Status	14-21
Ibrahim GORUCU Mehmet Emin BEKIK	The Validity Of Employment Contracts Concluded With Foreigners Under Turkish Labour Law	22-29
Ibrahim GORUCU Mehmet Emin BEKIK	Rest Break In Turkish Labour Law	30-36
Refik Erdem KOÇ	Fear Of Missing Out In Financial Investment Decisions	37-48
Ezgi Begüm AKINCI Elif KORUYUCU	Future Projections Of Sustainable Aviation Fuels (Saf) Use And A Comparative Analysis Of Turkish Airlines And Pegasus Airlines	49-55
Vildan KİSTİK	Comparative Financial Efficiency of Tourism Companies in Turkey and Greece: A Multi-Criteria Decision-Making Approach	56-73
Ahmet Tarık USTA Nagihan AKTAŞ	Increased Esg Awareness In Smes And Its Effects On Business Performance: A Conceptual Assessment	74-85
Aybaba HANÇERLİOĞULLARI AslıKURNAZ Şeref TURHAN	Assessment Of Health Risks Caused By Potentially Toxic Elements To Workers Exposed In Mica Quarries Operated In Türkiye	86-98
Emine GUVEN Nazmiye GONUL BILGIN	On The Parametric Generalization Of A Bernstein-Type Operator	99-120
Güler KUTLU Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	Non-Oscillatory Criteria For First Order Differential Equations With Piecewise Constant Argument Of Generalized Type	121-130
Güler KUTLU Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	Oscillation Properties Of Solutions In First Order Differential Equations With Generalized Piecewise Constant Delay	131-141
Murat POLAT	Geometric Inequalities Of Anti-Invariant Riemannian Submerisions In Contact Type Manifolds	142-152
Yunus ATALAN Nihat KAPLAN	A Fixed Point-Based Analysis Of A Novel Forward-Backward Splitting Algorithm	153
Mehmet Hanifi KAYA	Kinezyo Bantlamanın Adölesan İdiopatik Skolyozlu Bireylerde Ağrı, Postüral Asimetri ve Denge Üzerine Etkileri: Randomize Kontrollü Bir Pilot Çalışma	154-159
Mehmet Hanifi KAYA	PNF Yaklaşımlarının Adölesan İdiopatik Skolyozlu Bireylerde Gövde Kontrolü, Denge ve Fonksiyonel Performans Üzerine Etkileri: Randomize Kontrollü Bir Pilot Çalışma	160-164
Abdullah ÖZKAN Vildan ÖZKAN Rumeysa NUR	Nurses' Roles, Preparedness, and Educational Requirements in CBRN Incidents: A Current Literature Review	165-166

AUTHORS	TITLE	NO
Ayşe İKİNCİ KELEŞ	Standardized Scoring Of Histopathological Alterations In Hippocampal Subregions	167-179
Melisa BULUT	Examination Of The Use Of Qualitative Research Methodology In Nursing: A Bibliometric Analysis Study	180-190
Emine Nur DAĞ Gülbahtiyar DEMİREL	The Place Of Probiotics In Women's Health	191-203
Emine Nur DAĞ Gülbahtiyar DEMİREL	The Importance Of Vaginal Microbiota In Women's Health	204-219
Yasemin ÖZEL	Psychosocial Interventions In Neurodevelopmental Disorders (Adhd And Autism): A Narrative Review From A Psychiatric Nursing Perspective	220-230
Yasemin ÖZEL	Effectiveness Of Creative Therapeutic Techniques In Children And Adolescents: An Evidence-Based Review And Clinical Recommendations	231-244
Fatma Dilek TURAN	Digital Violence Against Children: Conceptual Framework, Impacts, And Prevention Strategies	245-257
Fatma Dilek TURAN	Digital Stress And Children: A Contemporary Review In Light Of The Lıterature	258-267
Hilal UYSAL İlayda YILDIRIM	The Relationship Between Blood Pressure Awareness, Insight, And Self-Efficacy İn Individuals With Hypertension: A Cross- Sectional Study	268-269
Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	Imuniplant and Neuropolen impact on microbiote and metabolites in Parkinson's disease	270
M. Zeki YILMAZTEKİN Ferit DOĞAN	A Rare Lung Disease Case Of Pulmonary Alveolar Microlithiasis (PAM): Clinical Presentation, Chest CT, AND TC-99M MDP Bone Scintigraphy Findings For Diagnosis	271-272
Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ	Trends In Digital Health And Mobile Applications In Hypertension Management: A Bibliometric Analysis (2015–2025)	273-274
Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ	Stress Management Interventions And Cardiovascular Risk In Women: 2010–2025 Bibliometric Analysis	275-276
Gülçin ŞATIR	New Perspectives In Fermented Foods And Their Health Relevance	277-288
Buse Şimay BOZKURT Harun GÜÇLÜ	Head Impact Analysis And Evaluation Of Hic Values In Vehicle Hood Systems Within The Scope Of Pedestrian Safety	289-298
Serkan SONCU, İsaf ERGÜN BULUT, Kadir ÇAVDAR, ÇAĞIN YILDIZ	Investigation Of The Effects Of Surface Modification By Cold Plasma And Fluorination On Contact Angle In Tpo Materials	299-300
Rabianur YAŞAR Altuğ KARABEY	Applications Used In Green Buildings, Energy Analysis And Bim-Bem Integration	301-313
Salih DURGUT, Eser YARAR, Fevzi Cakmak BOLAT, Emel KURAM, Alp Eren ŞAHİN	Rice Husk-Reinforced Polyvinyl Chloride Matrixcomposites: Production And Characterization	314-315
Şevket AK Yılmaz KÜÇÜK M. Sabri GÖK	Optimization Of Processing Parameters Of Metals Using Machine Learning Method	316-325
Utku KÖK Yılmaz KÜÇÜK M. Sabri GÖK	High Entropy Alloys	326-334
Serkan GÜNEŞ Mürsel EKREM	An Ansys-Based Investigation Of The Electromagnetic Properties Of Aircraft Nose Radom With Different Fiber Reinforcements	335-336
Serkan GÜNEŞ Mürsel EKREM	Virtual Validation Of Composite Aircraft Nose Radomes	337-339

AUTHORS	TITLE	NO
Tunahan TİMUÇİN	Benchmarking Hallucination In Turkish Large Language Models: A Multi-Domain Comparative Study	340-351
Oğuzhan COŞKUN Emre HACIİSKENDEROĞLU Erkan EGELİ	An Asymmetry-Based Hybrid (On-Off + Pıd) Temperature Control Strategy For A Climate Chamber: Design And Experimental Validation	352-353
Zübeyir Şükrü ÖZKORUCU Turgut ÖZSEVEN	Comparative Analysis Of Meta-Heuristic Methods In Support Vector Machine Parameter Optimization	354-362
Beyhan ADANUR DEDETURK	Robust Global Model Aggregation And Validation In Federated Learning	363-364
Kevser İrem DANACI Sıtkı AKKAYA	Radar Signal Denoising: A Comparative Study Using Unet, Gan, And Autoencoder-Based Deep Learning Models	365-375
Şefiye ARICAN Ahmet Selçuk KÜREN Buket TOPTAŞ	Automated Dental Caption Generation Via Deep Encoder- Decoder Networks	376-388
Anıl ARSLAN	Broadband Quasi-Yagi Antenna With Srr-Based Enhancement For Breast Cancer Hyperthermia Applications	389-390
İzel BOZDEMİR Dursun Zafer ŞEKER	Smart Waste Management For Kadıköy District: An Integrated Optimization Approach Based On Location-Allocation And VPPPA	391-393
Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK	New Trends In Image-Based Landmark Detection: Hybrid Segmentation–Coordinate Systems	394-395
Alican AKDENK	Recycling Plastics Used In Automotive: Efficiency And Cost Analysis Of Recycling Processes	396-401
Özgür ŞAHİN Merve YILMAZ Hasan ŞAHİN	Yapay Zeka Destekli Değer Akış Haritalama: Dijital VSM İçin Kavramsal Bir Model Önerisi	402-421
Özgür ŞAHİN Merve YILMAZ Hasan ŞAHİN	Türkiye'de Değer Akış Haritalama (Vsm) Yöntemi Üzerine Yayınlanmış Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi	422-440
Gülsüm KORALTÜRK	Evaluation Of Marmaris Cruise Port İn Terms Of Passenger Demand And Cruise Lines	441-452
Fatmanur TÜRKMEN Mustafa BURUNKAYA	Design And Construction Of A Low Cost Iot Enabled Electrolyte Ph Measurement System	453-467
Kübra GÜLERYÜZ Mustafa BURUNKAYA	Design And Implementation Of A Low-Cost, Iot-Based System For Electrical Conductivity (Ec) Measurement Using The Wenner Four-Probe Ac Impedance Technique	468-480
Batın DEMİRCAN Tuğçe YAREN	Comparative Evaluation Of Te-Ags Based Dc Motor Position Control Under Multiple Optimization Criteria	481-496
Ece Nisa ÇELİK Betül TURAN Gülbin FİDAN	Integration Of Asymmetric And Amorphous Edge Morphologies In Sisal Rug Construction	497-504
Uğur MAZLUM Abdurrahman OLGUN	An Examination Of The Importance Of Proper Insulation In Fire Safety	505-511
Uğur MAZLUM Abdurrahman OLGUN	An Empirical Study On Firefighting Personnel: Working Conditions, Job Satisfaction, And Organizational Commitment	512-524
Adnan AKIN Aliye ÇİLAN AKIN	International Accommodation Tax Practices And Their Effects On The Tourism Economy	525-536
Orçun GÜNDOĞAN Volkan ŞAHİN	Economies Of Scale And Carbon Intensity In Container Ships: The Effect Of Vessel Size And Year Of Build On Co_2 Emissions Per Teu-Mile	537-559
Recep HATİPOĞLU	Types And Causes Of Language Extınctıon	560-566

AUTHORS	TITLE	NO
Recep HATİPOĞLU	Hunayn Ibn Ishaq: The Great Translator Of Bayt Al-Hıkma (The House Of Wısdom) And Hıs Contrıbutıons To The Islamıc World	567-572
Mustafa Eray DEMİRKESEN Gültekin ÖZDEMİR	A Deep Learning-Based Predictive Maintenance Framework For Fault Prognosis In Manufacturing Processes In An Industry 4.0 Environment	573-574
Hande GÜNALAN	The Structure Of The Bassoon Reed And The Influence Of School-Specıfic Dıfferences On Musıcal Expressıon	575-576
Hasan ER	The Linguistic And Theological Separation Of The Words Allah And God: A Conceptual Analysis	577-578
Sedat YAZICI Aslı YAZICI	Is The Character Dead?	579-586
Sedat YAZICI Aslı YAZICI	A Pluralist Justification For Being Moral	587-592
Servet DEMİRBAŞ	Kur'an-I Kerim'de Mecaz İfadelerin Psikolojik Yansıması	593-602
Garip AYDIN	The Relationship Of The Hadiths Used By Ibn Miskeveyh (D. 421/1030) In His Work Called Al-Hikmatul-Khalida With The Concept Of Wisdom	603-604
Şefika Çağlayan ARAS Sezgin KORKMAZ	Effects Of Static And Dynamic Stretching Exercises In Football	605-606
Tolga AYGÜN Hüseyin ÖZTÜRK Mete Berk DEMİRYOL	The Element Of Fair Play In Individual And Team Sports	607-611
Emre YAVUZ Hüseyin ÖZTÜRK Mete Berk DEMİRYOL	Kıtaların Olimpiyatlarda Faır Play Ve Cinsiyet Eşitliğine Bakış Açısı: Avrupa–Asya Karşılaştırması	612-617
Aynur GÖK	The Role Of The Russian Federation Ombudsman Institution In Gender Equality Oversight	618-628
Onur OKTAYSOY Selen UYGUNGİL ERDOĞAN Ethem TOPÇUOĞLU	A Meta-Analysis On The Relationship Between Corporate Social Responsibility And Ethical Leadership	629-636
Selen UYGUNGİL ERDOĞAN Ethem TOPÇUOĞLU Onur OKTAYSOY	A Bibliometric Analysis Of The Dark Sides Of Leadership	637-647
Viddurrahman GANNUM Çiğdem BOGENÇ	A Study On Repurposing Post-War Voids In Damascus As Blue- Green Infrastructure And Social Public Spaces	648-659
Aleyna AKDOĞAN	Anayasal Sınırlar Kapsamında Devletin Dijital Gözetimi	660-691
Ender Ethem ATAY Abdülazim İBRAHİM	Dilemmas Arising from the Constitutional Arrangements on the Protection of Fundamental Rights and Freedoms by State Organs under the 1982 Constitution	692-718
Abdülazim İBRAHİM	Normative and Practical Deficiencies in the Safeguards of Fundamental Rights and Freedoms under the 1982 Constitution of Turkey	719-743
Furkan KILINÇER Hakan A. YAVUZ	The Concept Of False Information As The Subject Matter Of The Crime Of Publicly Disseminating Misleading Information	744-751
Furkan KILINÇER	The Transformation Of The Principle Of Legality In Misdemeanor Law And The Application Of Framework Norms	752-760
Güldane ARAZ AY	Mathematical Aesthetics And Printmaking: A Classroom Practice Supporting Creativity In Sustainable Education	761-771
Güldane ARAZ AY	The Construction Of Identity In Contemporary Turkish Painting Through Local Ornaments	772-782
Süleyman YURTTAŞ Sema MELEKOĞLU	The Transformation Of Women's Entertainment Venues From The Ottoman Empire To The Present: The Women's Matinee	783-794
Süleyman YURTTAŞ Sema MELEKOĞLU	Dilan Polat As An Example Of Parasocial Relationship	795-807
Burakhan AYDEMİR İrem Yaren KAYIKCI	A Study On The Bio-Psycho-Social Effects Of Exercise In The Female Life Cycle	808-809

AUTHORS	TITLE	NO
Gülxani (Pənah) Şükürova	Goycha Ashig Environment, Formation And Development Paths	810-818
Esmanur KEKLİK Melisa Seher SÜNGÜLÜ Filiz RANDA ZELYÜT	Evolutionary And Genotype Insights Into Turnip Mosaic Virus (TUMV) From Bursa: A Cp Gene–Based Global Comparison	819-827
Nedim AKSOY Mehmet Ferit ÖZMEN	Sexed Bull Sperm Production And Major Studies	828-837
Neşe Hayat AKSOY, Caner ÖZTÜRK Erkan ÖZKAN, Ramazan ARSLAN	Effects Ofmeloxicam On Liver And Serum Redox Parameters: A Biochemical Preliminary Analysis	838-847
Oğuz AĞYAR Ferdi DOĞAN	Prediction Of The Influence Of Meteorological Factors On The Sex Of Anatolian Water Buffalo Calves Using Artificial Intelligence Models	848-862
Ayşe EVCİ, Ayşegül BULUT Malak Najmalden Ghaibullah GHAİBULLLAH Özlem DERİNBAY EKİCİ Mehmet Burak ATEŞ	A Case Of Mixed Parasitic Infection In A Goat	863-871
Burak ÇELİK, Ayşe EVCİ Bengi Su ŞAHİN, Nermin IŞIK USLU	Determination Of Gastrointestinal Parasites In Alternative Poultry Species: The Example Of Quail And Partridge	872-878
Ramazan ÇAKMAKÇI Songül ÇAKMAKÇI	Sustainable Agricultural Food Production Systems Challenges And Solution Approaches	879-896
Ramazan ÇAKMAKÇI Halil İbrahim KILIÇ	The Effect Of Mineral, Organic, And Biological Fertilizer And Their Integrated Use On Growth, Yield, And Quality In Wheat	897-904
Andaç Kutay SAKA Adnan UĞUR	Determination Of Phenological And Some Morphological Characteristics Of Local Tomato Populations Collected From The Central And Eastern Black Sea Region	905-920
Mehmet Hamis DOGRUER, Fatma GÜRBÜZ, Fatmagül Özge UYSAL, Önder UYSAL, Günay ÖZBAY,Tolga BAHADIR	Remediation Of Industrial Wastewater Through Microalgal Biochar Application	921-922
Figen ARSLAN KOÇKAYA	İnovasyonun Tarımsal Pazarlamaya Yansımaları	923-932
Bilge BATAR	The Role Of Artificial Intelligence-Based Drought Prediction Models In Disaster Planning	933-938
Bilge BATAR	Resilience Of The Water Supply Chain Under Drought Scenarios	939-943
Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Team Dynamics In Nursing: The Impact Of Collaboration, Trust, And Communication On Quality Of Care	944-951
Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Evidence-Based Management Model In Clinical Nurse Leadership: Effects, Barriers, And Opportunities	952-957
Faruk DİŞLİ Sedat YILDIZ	Examination Of Antinuclear Antibody Positivity In Diabetes Mellitus	958-966
Mustafa ÇİÇEK	In silico Analysis of Missense SNPs in the CHD8 Gene Associated With Autism	967-980
Servet AŞKIN	Boron In Iğdır Şalak Aprıcot Determination After Acid Extraction Optimization In Microwave Oven By Icp-Ms	981-991
Seçil ÇOBANOĞLU	Current Clinical Application Of Botulinum Toxin In Oral And Maxillofacial Surgery	992-993
Seçil ÇOBANOĞLU	Myofascial Pain Syndrome: Etiology, Diagnosis And Contemporary Treatment Approaches	994-995
Emre Furkan YİĞİTER Aysel YILDIZ ÖZER	The Relationship Between Upper Extremity Performance And Activities Of Daily Living In Patıents With Copd	996-998
Pınar BAHŞİ, Şeyma Nur POLAT Düriye Nur DAĞDELEN Fatma Zehra HAPİL ZEVKLİLER	Timing Of ATM And DNA-Pkc Phosphorylation Following Genome Editing By CRISPR/Cas9	999-1000
Emre Şefik ÇAĞLAR Emine SALDAMLI Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR	Comparison Of In Vitro Release Kinetics Of Zonisamide-Loaded Formulations	1001-1006

AUTHORS	TITLE	NO
Emre Şefik ÇAĞLAR Emine SALDAMLI Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR	A General Evaluation Of Ocularly Administered Lipid-Based Systems	1007-1014
Suzan ŞAHİN DOĞAN Duygu AYDIN	Molecular Docking And Pharmacokinetic Evaluation Of Cyanobiphenyl-Derived Schiff Bases As Drug Candidates	1015-1021
Mediha KARA Derya KILIÇASLAN	Spectroscopic And Enzymatic Analysis Of Icaritin–Biomacromolecule Interactions	1022-1023
Neslihan ŞAHİN Elvan ÜSTÜN	Synthesis Of 1-Methallyl-3-(3,5-Dimethylbenzyl)Benzimidazolium Bromide And Structural Characterization By Nmr Spectroscopy	1024-1031
Neslihan ŞAHİN Elvan ÜSTÜN	Synthesis And Spectroscopic Characterization Of Bromo[1-Allyl-3-(3,5-Dimethylbenzyl)-5,6-Dimethylbenzimidazole-2-Ylidene]Sılver(I) Complex	1032-1040
El mostafa BENHARAF, Ikram MENNAS, A.ARIF , Mohammed DENZIRA, Ali BARHOUMI, Abdelmalek MATINE, Abdellah ZEROUAL, Mohammed EL IDRISSI	Theoretical Optimization of Quinoxaline-Based Donor Materials to Enhance Organic Photovoltaic Performance	1041
Seda DEMİRCİ	Effect Of Oxalic Acid Concentration And H_2O_2 Addition On Iron Removal Efficiency From Glass Sand	1042-1051
Merve BULDAÇ	Visible And Hidden: Serving And Serving Spaces: A Current Reading In Interior Design	1052-1078
Rabia KOCAER Aslıhan KOCAER	Space As Language, Architecture As Memory: A Study On The Narrative Language Of Cultural Heritage	1079-1089
Ayşe KONU ESKİTOĞLU Merve ŞENCAN Ali ÖZHAN AKYÜZ	Spatial And Temporal Analysis Of Forest Products Exports In The Mediterranean Region (2004-2024): A GIS-Based Approach	1090-1108
Şule KISAKÜREK Semanur BAYKARA	Lagoons And The Ecosystem Services They Provide	1109-1117
Ömer ŞAHİN İlker ERKAN	Neuroarchitectural Analysis Of Large-Scale Spaces: A Case Study On Istanbul Airport	1118-1127
Fazel Shah ABDALI Vesile Hatun AKANSEL	Comparison of Risk Assessment Methods for Reinforced Concrete Residential Buildings Damaged in the Kahramanmaraş Earthquakes	1128-1144
Mohd Kamarul Irwan ABDUL RAHIM	Optimizing Student–Minor Programme Allocation At Universitiutara Malaysia (UUM)	1145-1146
Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Synthesis Of An Iron-Succinate Coordination Polymer And Its Visible/Solar-Light-Driven Photocatalytic Degradation Of A Pharmaceutical Pollutant	1147
Zineb ABEOUB Samira DJAKNOUN	Physical And Mechanical Performance Of A Sustainable Geopolymer Mortar Produced From Algerian Ggbfs	1148
Indah Citra AMALIA M. Rasya NAUFAL Zumrotul ALIYAH Mochamad YUSUF	The Role of Artificial Intelligence in Business Process Optimization	1149
Iram LIAQAT	QS Inhibition by Algal Compounds against Marine Biofilms	1150
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	1151
Nawel GANAOUI, Maroua GANAOUI Souhila CHADLI, Walid DAHMANI Gahdab CHAKALI	Exploiting Pyrophilous Beetles for More Effective Forest Fire Detection in Algeria	1152
Nawel GANAOUI, Souhila CHADLI Walid DAHMANI, Maroua GANAOUI	Resilience of Steppe Fauna to Desertification in Northwestern Algeria	1153

AUTHORS	TITLE	NO
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Transformation From Industrial City To University City: Karabük, Üniversite Neighborhood	1154-1155
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Designs In The Relationship Between Industry And Architecture In Karabük: Wrought Iron	1156-1157
Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Microplastic Pollution In Aquatic Ecosystems: Environmental Importance, Sources And Sustainable Solution Proposals	1158-1163
Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Mucilaj: An Environmental Problem: Definition, Reason And Solution Suggestions	1164-1172
Elif ÖZDOĞLAR Çağrı YALÇIN	Spatial Construction Of Sound: Current Perspectives On The Interaction Between Space Design And Music	1173-1182
Umutcan UÇAR Mustafa BURUNKAYA	İnsan Sağlığı İçin Sirkadiyen Ritim Uyumlu Düşük Lüx Gece Lambası Tasarımı Ve Geliştirilmesi	1183-1195
Merter MERT	What Do Non-Zero-Cost And Quantity Competition Firms Maximize In Equilibrium?	1196-1203
Ayşe ASİLTÜRK	Analysis of Women's Thesis in the Council of Higher Education Thesis Database in the Context of Sustainable Development	1204-1211
Ayşe ASİLTÜRK	Global Threat Imminent: Deepening Workforce Crisis in Cybersecurity	1212-1226
Türkan Tuğba YILDIZ URAL Ali APALI	Finansman Gider Kısıtlaması Ve Uygulanması	1227-1241
Türkan Tuğba YILDIZ URAL Ali APALI	Muhasebe Mesleğinde Kadınlar Ve Çalışma Hayatındakarşılaştıkları Sorunlar	1242-1259
Zehra ÇANKAYA BAYRAKLI	An Economic Analysis Of The German-Language Newspaper Türkische Post (1926-1944) And Its Economic Supplement Published İn Turkey	1260-1261
Zafer DURAN	Factors Limiting Digital Transformation: A Study On Professional Kitchens	1262-1275
Zafer DURAN	Fifth-Party Logistics: Strategic Orchestration Of Supply Chains In The Era Of Digital Transformation	1276-1293
Hüseyin GÜVENOĞLU Özcan KARAHAN	Analysis Of The Fisher And Neo-Fisher Effects In Türkiye	1294-1308
Hüseyin GÜVENOĞLU Özcan KARAHAN	The Validity Of The Real Exchange Rate Parity In Türkiye	1309-1321
Ahmet Sait ÖZKUL	Procedure And Language In Commercial Communication:An Examination Of Serkız Nihad's Turkish And French Commercial Letters	1322-1328
Ahmet Sait ÖZKUL	An Overvıew Of The Publıshıng Actıvıtıes Of Ticaret Mektebi: An Evaluatıon Of Ticaret Mekteb-İ Âlîsi Mecmuası	1329-1335
Ramazan Furkan ÖZKUL	Personnel Management Practices In The Early Republican Era: The Case Of The Oriental Railways Regulation	1336-1342
Ramazan Furkan ÖZKUL	Tracing Human Resources Management In A Vocational Treatise: An Evaluation Of Talimnâme-İ Harir	1343-1348
Abdullah Kürşat MERTER	The Effect Of Firm Life Cycle On Organizational Capital Investments: A Latent Profile Analysis Approach On Borsa Istanbul	1349-1360
Murat ÇEMBERCİ Abdullah Kürşat MERTER	Strategic Grouping Of Technopark Firms: A Multi-Dimensional Cluster Analysis	1361-1373
Recep Alper ÇELİK	Financial Exploitation In Crypto Airdrop Games: A Participant Observation Study	1374-1375
Ahmet Tarık USTA Nagihan Aktaş	Increased Esg Awareness In Smes And Its Effects On Business Performance: A Conceptual Assessment	1376-1387
Kader ÇAKMAK	Consumer Psychology	1388-1392

AUTHORS	TITLE	NO
Ayşe Nur BUYRUK AKBABA	Financial Performance Analysis Of Bist Mining Sector Companies	1393-1402
Nigar HUSEYNOVA	Identification And Analysis Of The Main Economic Categories Of Innovation Activity	1403-1412
Yağmur MAHMUDOVA	Historical Continuity and Changes in the State-Building of the Republic of Azerbaijan Before and After the Restoration of Independence	1413-1420
Gülay MUSTAFAYEVA	Innovativ Tədris Modellərinin Tarix Fənnində Təcrübə və Nəticələri: Azərbaycan AliTəhsil Sisteminə Baxış	1421-1430
Büşra KOÇ	Examining The Twin Transformation In Education From The Perspective Of School Leadership: A Sustainable Digital School Leadership Approach	1431-1433
Büşra KOÇ	Analysis Of The Twin Transformation In Education Policy Documents	1434-1436
Nərmin ABBASOVA	Goals And Objectives Of Interactive Teaching In Historyteaching	1437-1444
Əsmər HÜSEYNZADƏ	Economic and geopolitical importance of the “Silk Road” project in the Republic ofAzerbaijan	1445-1452
Leyla ERCAN Melek ÇAKMAK	Yükseköğretimde Öğrencileri Lisansüstü Eğitim Almaya Motive Eden Faktörlerin İncelenmesi	1453-1459
Melek ÇAKMAK Leyla ERCAN	Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri	1460-1466
T. M. ALIYEVA R. E. MAMMADOVA	Methodology For Teaching Parallel Transfer Throughaxial Symmetry	1467-1472
Abdulla MUSTAFAYEV Ruhiyyə RZAYEVA Münəvvər SÜLEYMANOVA	Tarixin Tədrisində Ali Məktəb Müəlliminin Pedaqoji Fəaliyyətinin Xüsusiyyətləri	1473-1482
Ahmed ELFAGEIH ERSUN İŞÇİOĞLU HÜSNÜ BAYRAMOĞLU	A Conceptual Framework for Interaction-Driven Adaptive Learning Using Multimodal Behavioral Data	1483-1489
Abdullahi, Muhammad KOBO, NURATANKO, Zainab NASKOMUSA, Abdulrasheed IBN	Assessment Of Emotional Anxiety Among Students In Science Practical Classes: A Case Study Of Umaru Sanda Ahmadu College Of Education, Minna	1490
Mai’latul KHOİRİYAH Lita Dwi ARİYANTİ Hendri Hermawan ADİNUGRAHA Ade GUNAWAN Ria Anisatus SHOLİHAH	Anti-Corruption Education	1491
M. Wildanur RIZQI	E- Penyebab Banyak Terdapatnya Kosakata Bahasa Arab Dalam Bahasa Inggris F-	1492
Kaifa UMA,Indra Gumay FEBRYANO, Christine WULANDARİ,Hari KASKOYO Susni HERWANTİ,NOVRİYANTİ, Dian ISWANDARU, Arief DARMAWAN, Yulia Rahma FİTRİANA,Rahmat SAFE’İ	Gapoktan Institutions Performance as Social Forestry Permit Holder in Supporting Sustainable Forest Management	1493
Budi RİYANTO Jhons Fatriyadi SUWANDİ Dyah Indriana KUSUMASTUTİ Samsul BAKRİ Betta KURNİAWAN	Analysis of *Structure Equation Modeling* (SEM) on Social Determinants Of Health, Eradication Program, Environment And Health Services on Malaria Elimination Status In Rajabasa District, South Lampung, Indonesia	1494
Manju A., Tina Roshini. Gurunathan N.	Surgıcal Management Of Intestınal Fıstula In A Goat- Case Report	1495
S. Tina ROSHİNİ	Surgıcal Management Of Entropıon By Combınatıon Of Hotz-Celsus And Y-To-V Plasty Technıque In A Bull Dog	1496
Ahlem ADOUI, Rabah KHALDI Assia GUEZANE-LAKOUD	Hyers-Ulam Stabılıty Of Sequentıal Neutral Fractıonal Dıfferentıal Equatıons	1497
Rizka Helisia PUTRİ Abdullah Aman Damai SUPONO, Indra Gumay FEBRYANO Hengky MAYAGUEZZ I	Policies Formulation On Fisheries Resources Management At Muara Gading Mas, Labuhan Maringgai, East Lampung	1498-1504

AUTHORS	TITLE	NO
Zahrotul KAROMAH, Laılatul Sucı KHATI Reıhan Kurnıawan HUSODO Jıvan PRAMANA Shınta Dewı RISMAWATI Hammad Sultan MUBAROK	The Role Of Government In Realızıng A Faır Islamıc Economy	1505-1506
Emiliana RACHMA Adelia AYUMARISKA Afiyatul SAKINAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	Introduction To The Philosophy Of Science	1507
Zulfatus SAROYA Anisa KAMILA, Tri Ayu WIDYASTUTI, Achmad Tubagus SURUR, Muhammad Sultan MUBAROK	Islamic Economy With Its Goal As A Benefit Of Mankind In Indonesia	1508
Ulqiya Rohmatun WAFIROH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	Analysis Of The “Iffa Syar’i” Boutique Business Feasibility Study	1509-1513
Munadiatul UMMAH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	Aspect Of Constraints In Mini Taco Marketing Mba Tin	1514-1517
Naela Septi AMELIA Fida Putri NAINAWA Rahma Zelika PUTRI Muhammad Sultan MUBAROK	Metodologi Ekonomi Islam	1518-1519
Windi Rizki FEBRIANINGTYAS Azzah FITHRIYANA Devita Dwi MARTAYANI Muhammad Sultan MUBAROK	The Scope Of Economics	1520
Pangaribuan Darwin H. Ginting Yohanes C. Widyastuti Diana Rawesi Ratih R.	The Effect Of Nutrients From Vermicompost Extract As A Nutritional Supplement Ab Mix On The Growth And Yield Of Mustard Plants (*Brassica juncea* L.) On NFT Hydroponic Systems	1521
Elisa OKTAVİANA Revalina OKTAVİANİ Malfaliya NABİLA	Integrating Zakat and Waqf as Islamic Social Finance Instruments to Reduce Economic Inequality	1522
Dina AMBARWATI Berlian Eka NURSABRINA Nailil Mufidah QOSIM, M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	Factors That Trigger Unemployment And Inflation On Government Policy In Indonesia	1523-1531
Adel DELIOU, Takieddine BOUKLİA Samir DJIMLI, Mohamed KEMİHA Meriem DEHBI, Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	Elastic Characteristics of Composites Laminated E-Glass/Epoxy	1532
Tri Addya KARİNİ, Yessy KURNİATİ, Sukma PRATİWİ, SYARFAİNİ	Association Between Breakfast Habits and Nutritional Status with Concentration Among Boat Craftsmen in Tanah Lemo Village, Indonesia	1533
Muhammad Mifta ALFAHRIZI, Gesya Aviska SATRIANI, Afifah Tarisya PUTRI, Ryan Ibko ALBANA	Contribution And Function Of Local Tax As A Source Of Local Revenue In Banjar City	1534
Yesica Bella SAFİTRİ Agus SETYAWAN Ni Luh Gede Ratna JULİASİH Endang Linirin WİDİASTUTİ Gregorius Nugroho SUSANTO	Screening, Identification, And Testing Activity Of Alginate Lyase Enzyme From The Symbion Bacteria *Sargassum sp.* In Lampung Waters, Indonesia	1535
Muhammad DARMAWAN Agus SETYAWAN, Munti SARİDA Ni Luh Gede Ratna JULİASİH Gregorius Nugroho SUSANTO	Screenıng, Identıfıcatıon, And Actıvıty Test Of Fucoıdanase-Producıng Bacterıa From *Sargassum* SP.	1536
Hilda ADISTYA Mathraf AZ-ZANJI Mila Minkhatul MAULA M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	The Concept Of Money, Usury And Interest In Islamıc Macroeconomıc Perspectıve	1537-1545

AUTHORS	TITLE	NO
Fifi AFISTA Nurul KHOLİSHA Tahani SALSABİLA Ade GUNAWAN	The History of the Establishment, Function and Objectives of Sharia Pawnshop as an Economic Driver in Indonesia	1546-1556
Ramsha AFZAL Abdullah Ijaz HUSSAİN	Antioxidant And Tyrosinase Inhibition Potential Of Polyphenols Based Formulation	1557
Misbah Irshad	Synthesis and Structure-Activity Studies of Biphenyl Analogues based on on [1, 1′-biphenyl]-2,2′-diol	1558
M. Aziz Fatur RACHMAN, Tiara Sapana Cahya CHAIRUL, Rajesa Arya WIDANA, Zulvina Syah PUTRI	Reviewing The Void Of Technical Regulations: A Comparative Study Of Local Tax Administration Procedures Between Prabumulih, Yogyakarta, And Lamongan	1559
Windi Rizki FEBRİANİNGTYAS Widia Reza VALENTİNA Nala MAGHFİROH	Blockchain & Islamic Economics: Technological Opportunities For Transparent And Fair Islamic Financel	1560-1561
Lina Nur AFİFAH Risqi Khoirina FİRDA Nidya PUTRİ	The Role Of Islamic Fintech In Enchancing Financial Inclusion	1562
Mizanur RAHMAN Moin Uddin MAHIN Md. Mujahid HOSSAIN	MRT Digital Pass Mobile Application	1563
Mizanur RAHMAN,Riya DAS MD. Minhaj HOSSEN	BetterU- AI & Expert Support System for Lighter Mind, Brighter Life Using Machine Learning	1564
Mizanur RAHMAN, Khairul Islam EFTY, Snigdha DEY	News Guards Pro Fake News Detector Using AI	1565
Muhammad Mazhar IQBAL, Labeeqa ZAHEER, Muhammad BILAL, Mujahid ALI	Deep Learning Approach for Monitoring Blue Frontier Mangrove Forests Across Australia Using Sentinel-2 Imagery	1566
Muhammad Mazhar IQBAL, Muhammad RIZWAN, Tehmena RASHID, Shafiq ur REHMAN, Muhammad BILAL, Mujahid ALI	Deep Learning-Based Optimization of High-Efficiency Irrigation System for Maximizing Carbon Credits and Yield Potential in Water-Scarce Regions of Punjab Pakistan	1567
Muhammad Mazhar IQBAL, Tehmena RASHİD, Shafiq ur REHMAN, Hafiz Shoukat ALİ, Muhammad BİLAL, Dr. Mujahid ALİ	Machine Learning Framework for Assessing Irrigation Dynamics in Punjab, Pakistan Using Two-Source Energy Balance (TSEB) Model with Sentinel Satellite Imagery	1568
Sadia Afrin Sayfa NEGABAN, Mohammad Fahimul ISLAM	Evaluating Land Use Impacts on Urban Heat Distribution Through WRF Coupled with the Urban Canopy Model (UCM)	1569
Olorunlogbon Sunday OLORUNNIPA	Leveraging Youth Led Digital Innovation for Sustainable Community Development in Rural Areas: A Case Study Approach	1570
Haseeb ATHAR Md Amjad ANSARI Mohd. Almech ALI	New Generalized Rank Mapped Transmuted Power Ailamujia Distribution and it's Application	1571
Theodora Monica ISMOYO, Diah Krista Putri ANGELITA, Rani CAHYATI, Syafiqo Naila PUTRI	Effective Strategies To Increase Income Tax Revenue In Indonesia	1572
Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	Contribution To The Spatiotemporal Study Of The Impacts Of Pollution On The Tipaza Coastline « North Of Algeria »	1573
Nabil Ahmed KHAN, Ahmad Yusuf ADHAMI, Mohammad PARVEJ	A Fermatean Fuzzy and Bayesian Robust Local Linear Trend Approach for Optimizing Global Development Goals	1574

AUTHORS	TITLE	NO
Muhammad FAISAL Rubına Qaım KHANI	Electoral Prospects and Political Dynamics, Comprehensive Analysis Supporting the Victory Projection of Bilawal Bhutto Zardari	1575-1576
Elham VAHIDI MA Student Mohaddeseh BABAEI	Deconstructing Rape Culture: Formations, Mechanisms, and Resistance Strategies	1577
Hassan ZARIOUH, Tarik RHARMAOUI, Adil Zerouali AMRI, Mounia MOUZOURI	The Notion of Obstacle in Bachelard and Brousseau	1578
Soukaina AMEUR, Ahmed BENDAOUD, Abdellah ZEROUAL	A Comprehensive Theoretical Study of the Regioselective Cycloaddition of [e]-Fused 4-Acyl-1H-pyrrole-2,3-diones with Cyanamides: Insights into Electronic Structure, Organic Photonics, ADME/Toxicity Profiles, and Target–Ligand Docking Interactions	1579
Najia MOHAMMADI Samira NASIRZADEH	Evaluating the Performance of Countries Implementing Gender-Responsive Budgeting and Its Impact on Human and Economic Development Indicators	1580
ABDULLAHI, Muhammad Kobo, NURATANKO, Zainab Nasko AUDU, Danladi Passi	Evaluating The Influence Of Practical And Critical-Reflection Teaching Approaches On Entrepreneurship Development Among Umaru Sanda Ahmadu College Of Education Biology Students	1581
Lalmah HASRAT	Women and the Local Economy	1582
Sobia LIAQAT, Dr. Anam KHAN, Umm Eman SYED, Neelam BIBI, Saba GHAYAS, Anam YOUSAF	Moderating Role of Self-Concept Clarity Between Celebrity Worship And Desire For Fame Among Young Adults	1583
Aznira ZAINAL, Sharipah Khadijah S. HASHIM, Abdul Aziz ISHAK, Farizoh HAMID, Nurfah Nabilah Mohd FADZIL, Nurul Adyani Che DAUD, Fatimah Hj. SAIDIN	Advancing Inclusive Digital Learning Through Learnify: A Synthesis Of Innovation, Effectiveness, And Stakeholder Acceptance	1584
GOVARDHAN G. NARENDER	Numerical Simulation Of Radiative Mhd Nanofluid Flow With Heat Generation And Chemical Reaction Over An Exponential Stretching Surface	1585
ORJINTA, Hope Ifeoma OKPALAUKEJE, Rufus U. C.	Maintaining Market Value Of Construction Companies In Nigeria Through Sustainability Disclosure Practices	1586
Noorjan MOSSAWI Samira NASIRZADEH	The Development of Virtual Businesses under Women's Leadership	1587
Riska RAHMADHANİ Rahma AKHYAR Athirah SALSABİLA Virginia SHELOMİTA	The Impact Of The Implementatıon Of Msme Income Tax On Onlıne Seller Tax Complıance In Marketplaces	1588
S. LAKSHMI	A Study On Background Noise Removal Using Deep Learning Algorithms	1589
EL GARDY Oumaima	DFT Study Of Physical Properties Of HO2 Material	1590
Aamir KHAN, Farhan ANSARI M. J. S. KHAN	Statistical inferences for R = P[Y & X & Z] in the Proportional Hazard Models Based On Progressive Type-II Censored Samples	1591
TABIA Hind, El Khattabi El Hassan, EL HADIRI Najat	Design of an innovative nanomaterial based on the memory-effect-driven intercalation of Remazol Red 198 into Zn–Al layered double hydroxide	1592
Koribilli DEEKSHITHA Kondreddy gari POOJITHA	Epoxidation Of Soybean Oil Using Liquid–Liquid Phase Transfer Catalysis	1593
Mansurul HAQUE, Shahidul ISLAM, Jahirul ISLAM, Rezwan SHAHREAR, Mahedi HASAN, Mohammad Mahbub Alam TALUKDER	Understanding the Extent of the Damage of Physical and Financial Assets of Coastline Fishermen Due to Natural Disasters in Bangladesh	1594
Fettouch HOUARİ	Infinite-Order Growth of Solutions to Differential Equations	1595-1596

AUTHORS	TITLE	NO
Mufti Masum BILLAH Zahiduzzaman ZAHID	Earning with Barakah: How Affordable Digital Education Can Help Imams and Muazzins Thrive in Farming Ventures	1597-1598
Sadia Afrin Sayfa NEGABAN, Mohammad Fahimul ISLAM, Jannatul Ferdous JERIN	Simulation and Performance Evaluation of WRF-ARW in Modelling the Structure, Track, and Intensification of Extremely Severe Cyclonic Storm Mocha over the Bay of Bengal	1599
OLANISIMI, Bankole Dickson AKINTOLA, Kehinde Oyindamola AKINWANDE, Caroline M.	Settlement Pattern And Environmental Health Risk : A Historical Study Of Urban Development At Karimo In Federal Capital Territory, 1976-1999	1600
Rizka Robiatul ADAWIYAH Anandin ZYAHWA Mochamad YUSUF Nur AULIA	The Strategy of Promotional Feastures&Influence on the Increase of Fashion Product Purchases on Tik Tok	1601
POONAM Sunil KUMAR	Study & analysis of compost for capacitive and non-capacitive applications	1602
Ikrame CHAREF Bouchaıb BAHLAOUANE Salma KHATAMİ Douae TOUAREB Boutaleb NADIA	Comparative Evaluation Of Two Mixed Biomass Systems (Fungus–Microalgae Vs. Fungus-Macroalgae) In An Mbbr Process For The Treatment Of Moroccan Fish-Processing Effluents	1603-1604
ONAJI, E. S.; ADZENGA, J. I.; Ajayi, O. J.	Effects Of Contract Farming On Wellbeing Status Of Soybean Farmers In Niger State, Nigeria: A Systematic Review	1605
Sadiq, M. S., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Sani, B. S.	Evaluating the Effectiveness of Government Policies on Digital Financial Inclusion for Women Agripreneurs	1606-1622
Sumayya AKRAM Matloob AHMAD Sana ASLAM	Synthesis and biological evaluation of Pyridylpiperazine-based carbodithioates as urease inhibitors	1623
Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	Contribution To The Spatiotemporal Study Of The Impacts Of Pollution On The Tipaza Coastline « North Of Algeria »	1624
Salma ABROURI, Ahmed Mahmoud AHMED OUBEID, Oussama GLITI, Amina LAGHZAOUI, Sakina MEHDIOUI, Mohamed TAYEBI	Machine Learning–Based Enhancements in Soil Erosion Assessment	1625
Vandefan Tersugh JAMES	Evaluating the Performance of the Nigerian Police Force in Combating Kidnapping along the Abuja–Kaduna Corridor: A Problem-Oriented Policing Approach	1626-1630
Alao Atumye AMOS, Mallo I. I. Y. Elizabeth JENKWE	Socio-Economic Characteristics of Residents and Urban Development Patterns in Mpape and Environs, Abuja, Nigeria	1631
Vandefan JAMES, Ode Onyeche ANN	Spatial and Temporal Patterns of Kidnapping Incidents along the Abuja–Kaduna Expressway, Nigeria	1632
Ode Onyeche ANN Anaga Socchi OTISI Makyur Onyeche ANITA	Assessment of Heavy Metal Contamination from Auto Mechanic Workshops in Abuja, Nigeria	1633
Nurul Amira SYAKİLA, Abdul MAHSYAR, Ihyani MALİK, 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	1634-1649
Jeremiah ADEBIYI Ersun ISCIOGLU Husnu BAYRAMOGLU	A Scientific Framework for Developing and Testing AI-Powered Tutoring Systems: Methodological Innovations from an Ongoing AITS Research Project	1650-1657
Ahmed ELFAGEIH Ersun İŞÇİOĞLU Hüsnü BAYRAMOĞLU	A Conceptual Framework for Interaction-Driven Adaptive Learning Using Multimodal Behavioral Data	1658-1664
Y. EL GHALI, J. IGBIDA, N. ELHARRAR, A. KADDAR	Nonlinear Singular Problems for the Fractional Laplacian	1665
Uzma ALI Emel KHAN	Entrainment of Coupled FitzHugh-Nagumo Oscillators	1666

AUTHORS	TITLE	NO
Safir Ullah KHAN	Influence of Zinc Oxide Nanoparticles On Structural, Mechanical, Magnetic And Dielectric Properties Of Nanocomposites	1667
Zhakibay O. Akzhigitova N. M.	Sh. Yessenov University Youth Growth Platform	1668-1672
Ibtissam ELARAA J. Asmae NAKKABİ, Noureddine EL MOUALIJ, Mohammed FAHIM	Co (II) and Cu(II) Complexes with [2-(benzo[d]thiazol-2-yl)phenol] ligand : Synthesis, Characterization and Antioxydant Activity	1673
Osman Gani RASEL Mahfuj Ahmed SIZAN Ziaul Haider CHOWDHURY	Tracking $Pm_{2.5}$ Trends In Bangladesh (2017–2022): Ghap Insights And Who Guideline Exceedances	1674
Palanisamy A, Deepak S, Ravi C.	Drug-Induced Cardiotoxicity: Mechanisms, Detection, Pharmacogenomic Insights, And Emerging Therapeutic Strategies	1675-1676
Nasrin ZIAYEE Samira NASIRZADEH	Women's Empowerment and Development Through Sport: A Multi-faceted Analysis with Religious, Socio-Political, Cultural, Economic, and Historical Perspectives, and Future Outlook	1677-1678
Rehman KHAN Muhammad Ali NASIR	Development And Experimental Investigation Of Elastic And UV Resistant Durable PVC Pipe	1679-1686
Mymuna NAUSIN Monica SEERWANI Md. Mahbub ALAM	Coanda Effect For Vertical Jet Impacting Horizontal Cylinder	1687
Marija Radmilović-RADJENOVİĆ Branislav RADJENOVİĆ Nikola BOŠKOVİĆ	Application Of Two-Antenna Configurations For Microwave Tissue Ablation	1688
Mohammed Lawal TORO	Review Of Deep Learning-Enhanced Chest X-Ray Analysis	1689
SATHEESH M. RAMYA M. PRAGADEESH R. Santhosh KUMAR S. BHUVAN KANNA S.	Wheelchair Fall Detection Using IOT	1690
PAVITHRA P. SANJAY KANTH S. A. MADHUSHREE S. KIRUTHIKA DEVI R.	Sleep Monitoring From Eeg Signals	1691
Talha USMAN	Evaluation Of Integral Transforms Involving The Product Of Bessel And Whittaker Functions And Their Applications	1692
Vaibhav Kant SINGH	Brain-State-In-A-Box Network Of Ann	1693
Ananda MAJUMDAR	Teacher Evaluation And Effectiveness In Pedagogy	1694-1695
Alan Reed LIBERT	On Religious Terms In The Artificial Language Babm	1696-1700
Muakkaram HAMİD Ayesh WAHEED Qurat-ul-ain HASHMİ Amarah QURESHİ	Correlates Of Eating Problems In University Students	1701
Sayanti DAS Monalisa HALDER	Effect of COVID 19 on Primary School Learners in India	1702-1707
Joseph Onyema AHAOTU, PhD	English versus Indigenous Nigerian Languages: Trends in Language Acquisition among Students of University of Port Harcourt, Nigeria	1708
Iheanyi AMARACHI	Equality in Educational Opportunity in Nigeria	1709-1727

AUTHORS	TITLE	NO
M.A. Gabrielius MALDUNAS Romualdas MALINAUSKAS	Sport Achievement Orientations Among Junior And Adult Basketball Players	1728
Rafindadi Ibrahim SAAD	Comparative Analysis of Student Academic Performance In Computer Studies Between Some Selected Private And Public Secondary Schools. In Zaria Local Government Area in Kaduna state	1729
Hassan ALİYU	Implementing Formative Assessment In Chemistry Education Classroom Instruction Using Kahoot! Online Resources	1730
Mouffouk CHAİMA Mouffouk SOUMİA Haba HAMADA	Cytotoxic Effect, Anti-Holinesterase And Antibacterial Activities Of The Plant *Scabiosa Stellata L.*	1731
M. THENMOZHİ, D. KİRAN P. UMESH, B. Sampath KUMAR	Fungal Diversity and Humification Index of Vermicompost Produced from Different Farm Waste	1732
Muhammad NASİR Muhammad FAİZAN Muhammad Waqar HASSAN	Evaluation Of Susceptibility Of Different Mung Bean Genotypes Against *Callosobruchus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) Under Laboratory Conditions	1733
Mujahid ALİ Ammar AHMAD Shafiq ur REHMAN	On Farm Water Management in Pakistan's Agriculture	1734
K. Shirley KİRAN	Smart Sensors For The Soil Health Monitoring	1735
Ahmad Farhad TALEBİ Yasaman KHALESİ	Finding Protein Targets In The Proteome Of Pathogen To Control The Grapevine Crown Gall Disease	1736
Rabiu Garba AHMAD Vineet KUMAR	Potential Dangers of C. Falcatum in Sugarcane and the Way Forward	1737
Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Sara MOUFFOUK Hamada HABA	Chemical Investigation And Antioxidant Activitiesof The Species *Erinacea anthyllis*	1738
Endri LİSNAWATİ Indra Gumay FEBRYANO Gunardi Djoko WİNARNO Samsul BAKRİ	Identification Of Sriminosari Mangrove Tourism Objectives, Labuhan Maringgai District	1739
Okoro, J. C., Oluwakunle J. D. Onah, S. O.	Farmers' Information Needs On Health And Environmental Hazards Associated With Herbicide Use In Agbani Agricultural Zone, Enugu State, Nigeria	1740
Houman HONARY	Effect Of Heavy Metals On Quality And Quantity Of Aromatic Crops	1741-1748
Nabeel AHMAD, Muhammad Naeem FAİSAL, Aiza Kamal KHAN Alishbah ROOBİ, Jawad ASLAM Usman HAİDER, Najeeb Ullah KHAN	Evaluation of Protective Effect Of Ocimum sanctum (Tulsi) Leaves Against Atorvastatin Induced Rhabdomyolysis And Oxidative Stress In Albino Rabbits	1749-1750
Sahda SALSABİLA, Abdullah Aman Damai SUPONO, Endang Linirin WİDİASTUTİ Henky MAYAGUEZZ	Analysis Of Fishing Techniques In Small-Scale Capture Fisheries At Labuhan Maringgai, East Lampung	1751
CBiol.MRSB Vidya PADMAKUMAR	Checklist Of Bird Species In The Kottapuzha Estuary, Kerala, India	1752
S. BHUVANESWARİ S. RAJESHWARİ N. K. Udaya PRAKASH	Diversity Of Indoor Molds In Spider Webs - A Natural Trap	1753
Garuba, T., Dosumu, I.O. Abidoye, J.A, Garba S.A.	Nutritional Quality and Fungal Contamination of Tiger Nuts (*Cyperus esculentus L.)*	1754
Aqsa REHMAN Mamoona MUSHTAQ	The Characterization of Mental Health in Transgenders Across Life Span	1755

AUTHORS	TITLE	NO
Ms. IQRA Rimsha Zahid MUHAMMADİ	Novel Diagnostic Biomarkers For Prostate Cancer	1756
IQRA Sadam Hussain SIDDIQUI, Muhammad Jamil YOUSAF	Coronavirus Disease Pathogenesis (Covid-19): Evaluation And Prevention	1757
Ms. IQRA Iqra ISHAQ Kalsoom SUGHRA	Metabolıc And Molecular Bıomarkers In Dıagnosıs Of Breast Cancer Development	1758
D. Mohanty, G. Mahanta C. Parida, M.K. Nayak S. Shaw	The MHD Casson-Nanofluid Flow Over An Extended Non-Linear Surface Is Impacted By Brownian Motion And Thermophoretic Effects	1759
K. R. PADMA K. R. DON	A Short Review On Natural Remedies, Their Impact On The SARS-Cov-2 Virus, And Their Value As Starting Points For The Development Of COVID-19 Therapy Medications	1760-1761
I.V. N. MAHATHI Magham SRAVYA	Hate & Offensive Speech Detection	1762
Matloob AHMAD Ayesha RAFIQ Sana ASLAM	Benzothiazines: Synthesis And Biological Activities	1763
Tahseen ABBAS Syed Ali Raza NAQVİ	Development Of Radiolabeled Imaging Agent For Nuclear Medicine Procedures	1764
Nehakumari N. GOHIL	Synthesis, Characterization And Evaluation Of Some Biological Activity Of New [1,2,3]-Triazole-Chalcone Derivatives	1765
Salah BELAIDI Yassmine CHENNAI	Molecular Dynamics, ADMET, QSAR Modeling Using Gaussian Process Applied For A Series Of Flavonoids As Potential Antioxidants	1766
Nabila Suci RAHMADANİ Nabila Meca ASRİ Arina MANASİKANA	Zakat Distribution and Its Impact on Poverty Alleviation	1767-1768
Diva Eka SAPUTRI Nabila Yumna SULTHANA Irma Dwi MULYANTI	The Meaning Of Public Open Spaces As A Means Of Social Interaction For Urban Communities	1769
Nabila Suci RAHMADANİ Nabila Meca ASRİ Arina MANASİKANA	The Role of Islamic Economics in Enhancing Financial Inclusion and Sustainable Economic Growth	1770-1771

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTEN İNANCA: ETİK VE SOSYAL SORUMLULUK ALGILARININ GİYİM ENDÜSTRİSİNDE MARKA EVANGELİZMİNİ ŞEKİLLENDİRME BİÇİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali KÖROĞLU
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat MYO, Hukuk Bölümü, 60250 Merkez, Tokat
ORCID: 0000-0003-4021-6300

ÖZET

Bu araştırmanın temel amacı, üretim süreçlerinde sürdürülebilir uygulamalara yer veren moda ve giyim endüstrisindeki bir markaya yönelik sürdürülebilirlik algısının marka evangelizmi üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada ayrıca bu ilişkide marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluğun aracılık rolü değerlendirilerek, tüketicilerin markaya yönelik tutum ve davranışlarının nasıl şekillendiği ortaya konulmaktadır. Moda sektöründe sürdürülebilirlik kavramı, yalnızca çevresel duyarlılıkla sınırlı kalmayıp; etik üretim, adil ticaret ve sosyal sorumluluk gibi çok boyutlu unsurları da içermektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik algısının tüketicilerin markayı savunma, yayma ve başkalarına önerme eğilimleri üzerindeki etkisini anlamak hem teorik hem de pratik açıdan önem taşımaktadır. Araştırma, markaların etik ve sosyal sorumluluk temelli sürdürülebilirlik stratejilerinin, uzun vadede sadık ve gönüllü marka savunucuları yaratmadaki rolünü açıklamayı hedeflemektedir. Böylece çalışma, sürdürülebilir pazarlama, marka yönetimi ve tüketici davranışı literatürüne katkı sağlamayı ve işletmelere stratejik sürdürülebilirlik uygulamaları geliştirmede yol göstermeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda üretim süreçlerinde sürdürülebilir uygulamalar kullanan bir giyim markasının müşterileri üzerinde araştırma gerçekleştirilmiştir. Kolayda örnekleme yöntemiyle belirlenen 389 tüketici üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada veri toplama aracı olarak anket formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 23 PROCESS makrosu kullanılmıştır. Analizler sonucunda sürdürülebilirlik algısının marka etiği, algılanan sosyal sorumluluk ve marka evangelizmi üzerinde pozitif etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluğun da marka evangelizmi üzerinde pozitif etkisi bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik algısının marka evangelizmi üzerindeki etkisinde marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluğun aracılık rolü bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, marka etiği, algılanan sosyal sorumluluk, marka evangelizmi, moda ve giyim endüstrisi

FROM SUSTAINABILITY TO BELIEF: HOW ETHICAL AND SOCIAL RESPONSIBILITY PERCEPTIONS SHAPE BRAND EVANGELISM IN THE APPAREL INDUSTRY

ABSTRACT

The primary objective of this research is to examine the impact of sustainability perception on brand evangelism for a brand in the fashion and apparel industry that incorporates sustainable practices in its production processes. The study also evaluates the mediating role of brand ethics and perceived social responsibility in this relationship, revealing how consumers' attitudes and behaviors toward the brand are shaped. The concept of sustainability in the fashion industry is not limited to environmental awareness; it also encompasses multidimensional elements such as ethical production, fair trade, and social responsibility. In this context, understanding the impact of sustainability perception on consumers' tendencies to advocate for, promote, and recommend the brand to others is important both theoretically and practically. This research aims to explain the role of brands' ethical and social responsibility-based sustainability strategies in creating long-term loyal and voluntary brand advocates. Thus, the study aims to contribute to the literature on sustainable marketing, brand management, and consumer behavior, and to guide businesses in developing strategic sustainability practices. For this purpose, a survey was conducted among customers of a clothing brand that utilizes sustainable practices in its production processes. This study, conducted with 389 consumers selected through a convenience sampling method, used a survey as the data collection tool. The SPSS 23 PROCESS macro was used to analyze the data obtained. The analyses revealed that perceptions of sustainability have a positive effect on brand ethics, perceived social responsibility, and brand evangelism. Furthermore, brand ethics and perceived social responsibility also have a positive effect on brand evangelism. Brand ethics and perceived social responsibility mediate the effect of perceptions of sustainability on brand evangelism.

Keywords: Sustainability, brand ethics, perceived social responsibility, brand evangelism, fashion and apparel industry

1. INTRODUCTION

Günümüzde doğal kaynakların çok hızlı bir şekilde tüketilmesi bilinçli üretim ve tüketim faaliyetlerini her zamankinden daha önemli hale getirmiştir. Sürdürülebilir uygulamalara ihtiyacın en fazla olduğu sektörlerden biri hızlı tüketimin çok yoğun yaşandığı giyim moda ve giyim sektörüdür. Dünyadaki karbon emisyonlarının %10'u tekstil sektöründen kaynaklanmaktadır. Ayrıca tekstil sektöründe su kullanımı da oldukça fazladır. Örneğin bir

tişörtün üretiminde 2.720 litre su kullanılırken, bir kot pantolonun üretimi için 10.850 litre suya ihtiyaç duyulmaktadır (Atso Vizyon, 2021). Tekstil endüstrisindeki yıllık su tüketim miktarı ise 79 milyar metreküptür (TRT Haber, 2023). Ayrıca küresel düzeydeki endüstriyel atık suyun %20'si tekstil boyama ve terbiye işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Swedish Water House, 2014). Bazı kaynaklarda bir yılda ortaya çıkan tekstil atığının 92 milyon ton olduğu belirtilmektedir (Gitnux, 2025). Buna karşılık sektörde kullanılan elyafların büyük bir kısmı geri dönüştürülmemekte ve mikroplastiğe dönüşen elyafların önemli bir kısmı yıkama esnasında su sistemlerine karışmaktadır (Zipdo, 2025). Sektörün sera gazı salınımı ve iklim değişikliği üzerindeki etkisi de önemlidir. Sürdürülebilirlik sadece çevreyle sınırlı değildir, aynı zamanda işçi hakları, yaşam koşulları ve tedarik zinciri sorumluluğu da önemlidir. Bütün bu faktörler sürdürülebilir uygulamaların moda ve giyim sektöründeki önemini göstermektedir.

Sürdürülebilirliğin ve etik kaygıların satın alma kararlarını yönlendirdiği bu pazarda tüketicilerin bir markanın savunucuları haline nasıl geldiklerini anlamak giderek daha önemli hale gelmektedir. Çalışma, sürdürülebilirlik algılarının marka evangelizmini nasıl etkilediğini açıklayarak literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. Ayrıca mevcut literatür sürdürülebilirlik algısının tüketici tutumlarını iyileştirdiğini gösterse de tüketici hayranlığını marka savunuculuğuna dönüştüren psikolojik ve değer temelli yolları açıklamamaktadır. Bu çalışma marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluğun aracılık rollerini inceleyerek sürdürülebilirlik algısının nasıl aktif bir savunuculuğa dönüştüğünü açıklamaktadır. Çalışma marka etiğine odaklanarak tüketicilerin sürdürülebilirliğe sadece çevresel düzeyde tepki vermediğini, aynı zamanda bunu ahlaki bütünlüğün bir işareti olarak gördüklerini göstermektedir. Algılanan sosyal sorumluluğu araştırmaya dahil ederek, markaların faaliyette bulunduğu daha geniş toplumsal bağlamı vurgulamaktadır. Son olarak bu faktörlerin tümünü tek bir modelde birleştirerek sürdürülebilirlik girişimlerinin imaj oluşturmanın ötesine geçerek, değer odaklı tüketici marka ilişkilerini nasıl geliştirdiği hakkında bütünsel bir anlayış sunmaktadır.

Algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi, marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluk üzerindeki etkisi, literatürde çeşitli açılardan ele alınan çok yönlü bir kondur. Sürdürülebilirlik algısının tüketici katılımını teşvik etmede giderek daha önemli hale gelmesi sürdürülebilir uygulamalara öncelik veren markalara yönelik davranışsal niyetleri doğrudan etkilemektedir. Yapılan çalışmalar sürdürülebilirliğin marka stratejilerine entegre edilmesinin tüketicilerin markalara güveni ve sadakati üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin Kumar (2025), kurumsal sosyal sorumluluk ve etik algıların marka imajını güçlendirerek tüketici güveni ve sürdürülebilirliğe yönelik algıları desteklediğini ifade etmektedir. Bu durum markaların sürdürülebilirlik uygulamaları ile ilgili paylaşımlarını aktif olarak yönetmelerinin

tüketicilerle daha güçlü bağlar kurmalarını sağlayarak marka savunuculuğunun artmasını sağlayacağını göstermektedir (Chen vd., 2020). Ayrıca Nichols vd. (2023), bir markanın sürdürülebilirlikle ilgili uygulamalarına yönelik olumsuz algının tüketici güveni ve sadakatini nasıl azaltabileceğini incelemektedir. Yapılan çalışmalar ayrıca sürdürülebilirliğin tüketici tutumları üzerindeki etkisinin geleneksel işlemsel bağlamların ötesinde olduğunu ve duygusal etkenlerin tüketicilerin iyi olarak algıladıkları markalarla etkileşimleri üzerinde etkili olduğunu öne sürmektedir. Chen vd. (2020), sürdürülebilirliğin çevrimiçi ortamlarda müşteri etkileşimlerini artırdığını ve markaların sürdürülebilir uygulamalarına yönelik anlatılarını çevrimiçi ortamlara entegre etmelerinin sadık bir müşteri kitlesi oluşturabileceğini belirtmektedir. Aynı şekilde Khan ve Fatma (2023) da tüketicilerin markanın sürdürülebilir uygulamalarına olan inancıyla sadakat düzeyleri arasında güçlü bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik algısıyla etik birlikte marka algılarının şekillenmesinde önemli bir role sahiptir. Tüketiciler sürdürülebilirlik taahhütleriyle uyumlu etik kaynak kullanımı gösteren markalara yönelmektedir (Holloway, 2024a; Reynolds, 2024). Ayrıca yüksek algılanan sürdürülebilirliğe sahip işletmeler, tüketicilerin destek konusunda istekli oldukları sürdürülebilir uygulamalarla rekabet avantajları arasında daha ayrıntılı bağlar kurabilmektedir (Hockerts, 2014). Artık etik ve sürdürülebilir standartlar sadece tüketicilerin tercihlerini yönlendiren faktörler olmaktan çıkmış, tüketiciler tarafından beklenen uygulamalar haline gelmiştir (Holloway, 2024b). Bu bilgiler doğrultusunda aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur;

H1. Algılanan sürdürülebilirlik marka evangelizmini pozitif etkilemektedir.

H2. Algılanan sürdürülebilirlik marka etiğini pozitif etkilemektedir.

H3. Algılanan sürdürülebilirlik algılanan sosyal sorumluluğu pozitif etkilemektedir.

Tüketiciler arasında marka evangelizmini teşvik etmede hayati önem taşıyan faktörler ele alındığında marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluk ön plana çıkmaktadır. Marka evangelizmi tüketicilerin bir markayı aktif olarak onaylaması ve savunması, başkalarına tavsiye etmesi ve genellikle ağızdan ağıza iletişimle başkalarına tanıtması anlamına gelen bir olgudur. Yapılan araştırmalar bir markanın etik uygulamalara ve sosyal sorumluluğa bağlılığının savunuculuk ve sadakat de dahil olmak üzere tüketici tutum ve davranışları üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluk müşteri sadakati ve memnuniyetini artıran faktörlere aracılık ederek marka evangelizmini güçlendirebilir. Yapılan çalışmalar da algılanan sosyal sorumluluğun müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkileyerek marka sadakatini artırdığını göstermektedir (Vuong ve Bui, 2023). Bu durum müşterilerin markayı etik açıdan sorumlu olarak algıladıkları takdirde markaya bağlı kalmaları ve marka savunuculuğu yapmaları olasılığının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Algılanan sosyal sorumluluğun markaya yönelik algılar üzerindeki etkisi, tüketicilerin bir markanın etik duruşunu nasıl değerlendirdiği konusunda da belirleyicidir. Yapılan çalışmalar da algılanan sosyal sorumluluğun tüketicilerin marka tarafından sunulan ürünlere verdiği tepkiyi doğrudan etkilediğini göstermektedir (Brown ve Dacin, 1997). Dolayısıyla sosyal sorumluluk girişimleri sadece bir pazarlama stratejisi değil, ayrıca tüketicilerin markayla duygusal bağ kurma biçimleriyle doğrudan ilişkili önemli bir unsurdur ve savunuculuk davranışlarını artırıcı bir etkisi vardır. Guanqi ve Nisa (2023) etik algı aracılığıyla kurulan duygusal bağın markayı tanıtma davranışının önemli yönlendiricilerinden biri olduğunu belirtmektedir. Etik ve sosyal sorumluluk uygulamaları tüketiciler ile marka arasında uzun vadeli ilişkilerin sürdürülmesinde ve marka imajının güçlendirilmesinde önemli bir rolü olan tüketici güveninin şekillendirilmesinde de etkilidir. Kumar (2025) sosyal sorumlulukla birlikte uygulanan etik liderliğin marka imajını güçlendirerek tüketicilerde yüksek güven duygusu oluşturduğunu ve bunun bir sonucu olarak da marka savunuculuğunun teşvik edildiğini belirtmektedir. Bu bilgilerden hareketle aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir;

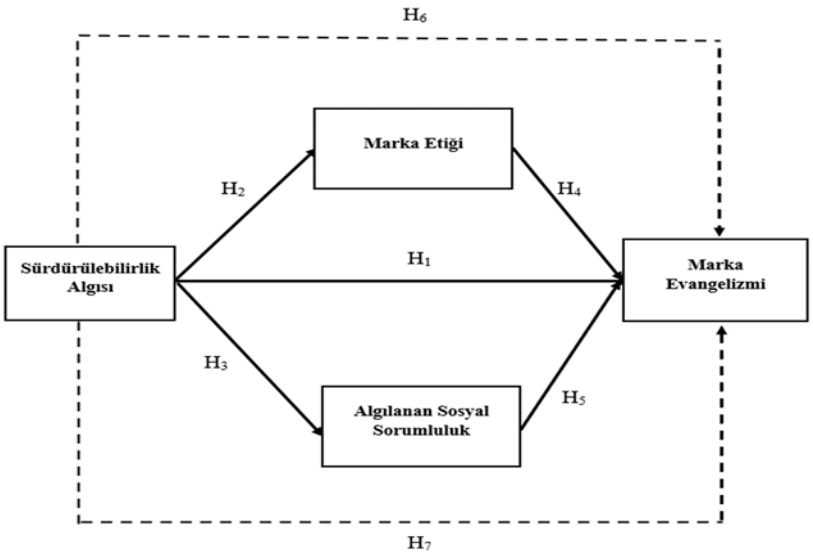
H4. Marka etiği marka evangelizmini pozitif etkilemektedir.

H5. Algılanan sosyal sorumluluk marka evangelizmini pozitif etkilemektedir.

H6. Algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerinde marka etiği aracılığıyla dolaylı etkisi vardır.

H7. Algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerinde algılanan sosyal sorumluluk aracılığıyla dolaylı etkisi vardır.

Oluşturulan hipotezler ve literatür taraması sonucunda geliştirilen araştırma modeli Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Araştırma Modeli

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma grubu

Araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan ve Türkiye'de faaliyet gösteren bir giyim markasının (X) ürünlerini satın alan tüketiciler oluşturmaktadır. Çalışma grubu ise evren içerisinde kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen 389 tüketiciden oluşmaktadır. 2024 yılı itibarıyla Türkiye'nin nüfusu 85 milyon 664 bin 944 kişidir (TÜİK, 2025). Örneklem hesapla yöntemine göre %95 güven aralığı ve %5 hata payı ile 86 milyonluk bir evrende örneklem büyüklüğü için 384 kişi yeterlidir (Sekaran, 2003: 253). Dolayısıyla çalışma grubunun büyüklüğü yeterli düzeydedir. Katılımcıların %46,8'i (182 kişi) erkeklerden %53,2'si (207 kişi) kadınlardan oluşmaktadır. Yaş ortalamaları ise 33,59'dur.

2.2. Veri toplama araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket formu kullanılmıştır. Oluşturulan anket formunun ilk bölümünde katılımcıların cinsiyet ve yaşlarını belirlemeye yönelik iki adet kapalı uçlu soru bulunmaktadır. İkinci bölümde ise katılımcıların söz konusu markaya yönelik sürdürülebilirlik algısı, etik algısı, sosyal sorumluluk algısı ve marka evangelizmi davranışlarını belirlemeye yönelik ifadeler yer almaktadır. Sürdürülebilirlik algısını ölçmek için Kim ve Wha-Oh (2020) tarafından geliştirilen ve iki ifadeden oluşan ölçek kullanılmıştır. Marka etiği algısını ölçmek için dört ifadeden oluşan ve Brunk (2012) tarafından geliştirilen ve Arklan ve Kocaömer (2024) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçek kullanılmıştır. Algılanan sosyal sorumluluğu ölçmek için altı ifadeden oluşan ve Lin vd. (2011) tarafından geliştirilen ve Kuşçu vd. (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçek kullanılmıştır. Marka evangelizmini ölçmek için beş ifadeden oluşan ve Matzler vd. (2007) tarafından geliştirilen ve Yapraklı vd. (2020) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçek kullanılmıştır. Ölçeklerin tümü 5'li likert türünde hazırlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Faktör analizi

Araştırma kapsamında sürdürülebilirlik algısı ölçeğinin yapısal geçerliliğini test etmek açıklayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. Faktör analizinde ilk olarak Kaiser Meyer Olkin (KMO) değeri ve Bartlett Küresellik Testi incelenmiştir. KMO değerinin 0,60'ın üzerinde olması ve Bartlett Küresellik Testi anlamlı olması örneklemin yeterli olduğunu göstermektedir (Tavşancıl, 2002: 50). Ayrıca açıklanan toplam varyansın da %60'ın üzerinde olması gerekmektedir. Açıklanan toplam varyans ölçme aracının ölçülmek istenen faktörü açıklama gücünü göstermektedir. Ölçekte yer alan ifadelerden faktör yükleri 0,50'nin üzerinde olanlar analizlere dahil edilmiştir (Kalaycı, 2018: 321). AFA sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Faktör İsmi	İfadeler	Faktör Yükleri	Öz Değer	Açıklanan Toplam Varyans (%)
Algılanan Sürdürülebilirlik	AS1	,961	1,847	92,364
	AS2	,961		
	KMO: ,674; p=0,00			

Tablo 1 incelendiğinde KMO değerinin 0,60'ın üzerinde olduğu ve Bartlett Küresellik Testi sonucunun anlamlı ($p<0,05$) olduğu görülmektedir. Aynı zamanda açıklanan toplam varyans da 0,60'ın üzerindedir. Ölçeğe ait ifadelerin faktör yükleri 0,50'nin üzerinde olduğu için tüm ifadeler araştırmaya dahil edilmiştir. Marka etiği, algılanan sosyal sorumluluk ve marka evangelizmi ölçeklerinin Türkçe yapısal geçerlilikleri daha önce test edildiği için bu ölçeklerin faktör analizi yapılmamıştır.

3.2. Güvenilirlik analizi

Ölçeklerin güvenilirliklerini inlemek amacıyla yapılan analizlerde cronbach alpha değerleri dikkate alınmıştır. Cronbach alpha değerinin 0,70 ve üzerinde olması ölçeklerin güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2017: 331). Güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Güvenilirlik analizi sonuçları

Ölçek Adı	**İfade Sayısı**	**Cronbach Alpha**
Algılanan Sürdürülebilirlik	2	,917
Marka Etiği	4	,815
Algılanan Sosyal Sorumluluk	6	,963
Marka Evangelizmi	5	,940

Tablo 2 incelendiğinde tüm ölçeklerin güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir (Cronbach Alpha≥0,70).

3.3. Tanımlayıcı istatistikler

Araştırmada elde edilen verilerin normal dağılımını belirlemek için yapılan analizlerde çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ve +2 aralığında olması verilerin normal dağılım gösterdiği anlamına gelmektedir (George ve Mallery, 2010). Değişkenler arasındaki ilişkilerin $0<r<,030$ arasında olması değişkenler arasında düşük düzeyde bir ilişki, $0,30\leq r<0,70$ arasında olması orta düzeyde bir ilişki, $0,70\leq r<1$

olması ise yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2020: 32). Normallik testi ve korelasyon analizi sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Tanımlayıcı istatistikler

	Ort.	S.S.	Çarpıklık	Basıklık	1.AS	2.ME	3.ASS	5.MEV
1. AS	3,30	,05	-,748	,578	1			
2. ME	3,31	,03	-,670	1,103	,633**	1		
3. ASS	3,06	,04	-,329	1,781	,639**	,718**	1	
5. MEV	2,76	,04	-,124	-,208	,499**	,602**	,689**	1

(**p<0,001; AS=Algılanan Sürdürülebilirlik, ME=Marka Etiği, ASS=Algılanan Sosyal Sorumluluk, MEV=Marka Evangelizmi)

Tablo 3 incelendiğinde verilerin normal dağıldığı görülmektedir. Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde ise sürdürülebilirlik algısı ile marka etiği, algılanan sosyal sorumluluk ve marka evangelizmi arasında orta düzey pozitif ilişki; marka etiği ile algılanan sosyal sorumluluk arasında yüksek düzeyde pozitif ilişki; marka etiği ile marka evangelizmi arasında orta düzeyde pozitif ilişki; algılanan sosyal sorumluluk ile marka evangelizmi arasında orta düzeyde pozitif ilişki olduğu görülmektedir.

3.4. Hipotez testleri

Araştırmada geliştirilen hipotezleri test etmek için SPSS PROCESS makrosu kullanılmıştır. Oluşturulan modeli test etmek için ise Hayes (2018) tarafından önerilen Model 4 kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Toplam ve doğrudan etkiler

Hipotez	**Coeff.**	**sh**	**t**	**p**	**LLCI**	**ULCI**
Algılanan Sürdürülebilirlik→Marka Evangelizmi	,48	,04	11,3351	,000	,3962	,5625
Algılanan Sürdürülebilirlik→Marka Etiği	,45	,03	16,0919	,000	,3925	,5017
Algılanan Sürdürülebilirlik→Algılanan Sosyal Sorumluluk	,51	,03	16,3471	,000	,4533	,5772
Marka Etiği→Marka Evangelizmi	,28	,07	3,7907	,000	,1360	,4291
Algılanan Sosyal Sorumluluk → Marka Evangelizmi	,61	,06	9,3429	,000	,4846	,7429

Tablo 4 incelendiğinde algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmektedir (Coeff.=,48). Bu sonuç H1 hipotezini desteklemektedir. Algılanan sürdürülebilirliğin aynı zamanda marka etiği (Coeff.=,45) ve algılanan sosyal sorumluluk

(Coeff.=,51) üzerinde de pozitif etkisi bulunmaktadır. Bu sonuçlar H2 ve H3 hipotezlerini desteklemektedir. Marka etiği (Coeff.=,36) ve algılanan sosyal sorumluluğun (Coeff.=,19) da marka evangelizmi üzerinde pozitif etkisi vardır. Bu sonuçlar H4 ve H5 hipotezlerini desteklemektedir. Toplam ve doğrudan etkiler incelendikten sonra algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerinde marka etiği ve algılanan sosyal sorumluluk aracılığıyla dolaylı etkisi incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Dolaylı etki

Hipotez	**Etki**	**sh**	**LLCI**	**ULCI**
Algılanan Sürdürülebilirlik→Marka Etiği→Marka Evangelizmi	,13	,04	,0490	,1995
Algılanan Sürdürülebilirlik→Algılanan Sosyal Sorumluluk→Marka Evangelizmi	,32	,05	,2166	,4201

Tablo 5 incelendiğinde algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerinde marka etiği (Coeff.=,27) ve algılanan sosyal sorumluluk (Coeff.=,37) aracılığıyla dolaylı etkisi olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar H6 ve H7 hipotezlerini desteklemektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı moda ve giyim sektöründe faaliyet gösteren markalara yönelik sürdürülebilirlik algılarının marka evangelizmi üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemektir. İlk olarak algılanan sürdürülebilirliğin marka evangelizmi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular markanın sürdürülebilirlik uygulamalarına yönelik algısı yüksek olan tüketicilerin marka evangelizmi davranışları sergileme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum değer odaklı tüketim lehinde artan tüketici eğilimlerini yansıtmaktadır. Özellikle çevresel ve etik kaygılardan dolayı çok fazla eleştirilen bir sektör olan giyim sektöründe (Onay ve Arslan, 2023) sürdürülebilir olarak algılanan markalar tüketicilerle güçlü bir duygusal bağ oluşturabilir (Keke, 2025). Bu bağ genellikle ağızdan ağıza pazarlama ve aktif savunuculuk şeklinde ortaya çıkmaktadır (Erdoğan ve Özoğlu, 2024). Sonuç olarak elde edilen bulgu, sürdürülebilirliğin kişisel değerlerini destekledikleri markalar üzerinden ifade eden tüketiciler için anlamlı bir faktör olduğunu vurgulayan önceki çalışmalarla örtüşmektedir (Guiao ve Lacap, 2022; Leong ve Koay, 2025).

İkinci aşamada sürdürülebilirlik algısının marka etiği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular bir markanın sürdürülebilirlik faaliyetlerine yönelik algıların etik yönelimi ile ilgili algıları önemli ölçüde arttırdığını göstermektedir. Sürdürülebilirlik tüketiciler tarafından adalet, dürüstlük ve şeffaflık gibi etik davranışları ifade eden geniş bir kavram olarak

görülmektedir (Taghısoylu ve Adanacıoğlu, 2025). Çevresel etkinin ve işgücü uygulamalarının çok ciddi bir şekilde incelendiği giyim endüstrisinde sürdürülebilirlik uygulamaları etik davranışın somut bir delili olarak hizmet etmektedir. Bu bulgu sürdürülebilirliğin sadece çevresel bir hassasiyet değil, bununla birlikte tüketicilerin markaya yönelik etik algılarını şekillendiren bir yansıtıcı olduğunu vurgulayan önceki araştırmalarla da örtüşmektedir (Santos vd., 2023; Chowdhury, 2024).

Üçüncü aşamada algılanan sürdürülebilirliğin algılanan sosyal sorumluluk üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüketiciler bir markanın sürdürülebilirlik uygulamalarının farkında olduklarında onun çevresel ve toplumsal konularda da sorumlu davrandığını düşünmektedir. Bu bulgu sürdürülebilirlik algısının çevresel kaygıların ötesine geçerek bütünsel bir kurumsal vatandaşlık anlayışını kapsadığını göstermektedir. Tüketiciler giyim endüstrisindeki markaların sürdürülebilirlik çabalarını paydaşlara eşit muamele, toplumsal katılım ve adil çalışma koşulları gibi daha geniş sosyal taahhütlerin bir göstergesi olarak genelleştirmektedir. Bu bulgu, sürdürülebilirlik algısının kurumsal sosyal sorumluluk algısını şekillendiren önemli bir ipucu görevi gördüğünü vurgulayan önceki çalışmaları desteklemektedir (Becker-Olsen vd., 2006; Ramtiyel vd., 2024).

Sonraki aşamada marka etiğinin marka evangelizmi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bulgular bir markayı etik olarak algılayan tüketicilerin markaya yönelik savunmacı davranışlar geliştirdiğini göstermektedir. Markaya yönelik etik algılar tüketicilerin markaya güven duygularını, duygusal bağlarını ve markanın ahlakiliğine yönelik algılarını tatmin ederek, onları markayı savunma konusunda motive etmektedir. Etik olmayan üretim uygulamalarının ve sömürüyle ilgili kaygıların yüksek olduğu giyim endüstrisinde etik güvenilirlik oluşturmak, markaya yönelik tüketici sadakati ve aktif destek oluşturabilmektedir. Bu bulgu, markalara yönelik etik algının sadece bir risk azaltma stratejisi değil, bununla birlikte tüketici savunuculuğunun bir itici gücü olarak hareket ettiğini gösteren önceki çalışmaları desteklemektedir (Malik ve Jain, 2025).

Sonraki aşamada algılanan sosyal sorumluluğun marka evangelizmi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüketiciler bir markanın çevresel ve toplumsal konularda sorumlu davrandığını düşündüklerinde o markaya yönelik savunuculuk davranışlarının artma olasılığı daha yüksektir. Sosyal sorumluluk algısı gurur ve ahlaki uyumu artırarak tüketicilerin bu markaları destekleyerek onaylandıklarını hissetmelerini sağlamaktadır. Bu durum onların markayı savunma ve başkalarına da tavsiye etme eğilimini artırmaktadır. Bu bulgu sosyal sorumluluğun eşitlikçi tedarik zincirleri, toplumsal girişimler ve adil iş gücünü kapsadığı giyim endüstrisinde, tüketicilerin sosyal sorumluluk algısının sadakat ve savunuculuk davranışlarını etkilediğini

vurgulayan önceki çalışmaların bulgularıyla örtüşmektedir (Camacho, 2024; Mansoor vd., 2025).

Sonraki aşamada algılanan sürdürülebilirliğin marka etiği aracılığıyla marka evangelizmi üzerindeki dolaylı etkisi incelenmiştir. Algılanan sürdürülebilirlik markanın etik olarak algılanmasını sağlayarak daha yüksek bir marka savunuculuğu oluşmasına yol açmaktadır. Bu durum sürdürülebilirliğin savunuculuk davranışı üzerindeki etkisinin sadece doğrudan olmadığını aynı zamanda etik yorumlar aracılığıyla da geliştiğini göstermektedir. Tüketiciler sürdürülebilirlik uygulamalarını etik değerlerin bir yansıması olarak görebilir ve bu değerleri içselleştirdikleri takdirde markayı tanıtmak için daha fazla motivasyona sahip olurlar. Bu bulgu, sürdürülebilirlik ve etiğin tüketici davranışlarını şekillendirmede birbirleriyle bağlantılı olduklarını göstermektedir (Liv d., 2022; Khandai vd., 2024; Leong ve Koay, 2025).

Son olarak sürdürülebilirliğin algılanan sosyal sorumluluk aracılığıyla marka evangelizmi üzerindeki dolaylı etkisi incelenmiştir. Bulgular tüketicilerin sürdürülebilirlik uygulamalarını markaların topluma karşı sorumluluklarının bir göstergesi olarak algıladıklarını ve bunun bir sonucu olarak da savunuculuk davranışlarının arttığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle sürdürülebilirlik, tüketici gururunu besleyerek marka savunuculuğunu teşvik eden daha kapsamlı bir marka vatandaşlığı davranışına katkıda bulunmaktadır. Bu durum, sürdürülebilirliği daha kapsamlı bir kurumsal sorumluluk çerçevesi içinde konumlandırmanın önemine işaret etmektedir (Camacho, 2024).

Sonuçlar sürdürülebilirlik algısının tüketicilerin tutum ve davranışlarını yönlendirici bir etkisi olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilirlik algısı tüketicileri sadece marka için aktif savunuculuk yapmaya teşvik etmemekte, bunun yanı sıra markaya yönelik etik ve sosyal sorumluluk algılarını da güçlendirmektedir. Bu iki faktör de tüketicilerin markayı tanıtma eğilimlerini daha da güçlü hale getirmektedir. Araştırma bulguları genel olarak tüketicilerin bağlılığını kalıcı hale getirmek ve marka savunuculuğunu teşvik etmek için özgün sürdürülebilirlik uygulamalarını sunmanın stratejik önemini vurgulamaktadır.

Markalar tüketicilerin markaya yönelik etik ve sosyal sorumluluk algılarını güçlendirmek için sürdürülebilirlik uygulamalarını açık bir şekilde iletmelidir. Üçüncü taraf sertifikaları, şeffaf tedarik zinciri açıklamaları ve ölçülebilir sürdürülebilirlik sonuçları markaların güvenilirliğini artırabilir. Marka etiği, tanıtım faaliyetlerini yönlendirmede etkili bir unsur olduğundan markalar, etik mesajlarını pazarlama ve marka anlatılarına entegre etmelidir. Markaların sorumlu tedariki, adil işgücü uygulamalarını ve etik karar alma süreçlerini vurgulamaları tüketicilerin markaya yönelik güvenlerini ve savunucu davranışlarını güçlendirebilir. Moda ve giyim markaları toplumsal sorunları, çalışanları ve toplulukları destekleyici girişimlerde

bulunmalı ve bu çabalarını etkili bir şekilde iletmelidir. Bu şekilde tüketicilerin sosyal sorumluluk algısını artırarak marka misyonunu güçlendirebilir. Markalar yeşil aklama suçlamaları ve şüphecilikten kaçınmak için tutarlı olmalı, yani sürdürülebilirlik iletişimlerini doğrulanabilir uygulamalarla uyumlu hale getirmelidir. Etiğe, sürdürülebilirliğe ve sosyal sorumluluğa önem veren tüketicilerin marka savunucusu olma olasılığı daha yüksek olduğundan, markalar değer odaklı bu tüketicilere doğrudan hitap eden hedefli kampanyalar geliştirerek gerçek bir etkileşim ve savunuculuk oluşturabilir. Sürdürülebilirlik marka tanıtımı üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olduğundan markalar sürdürülebilirliği çevresel bir özellikten ziyade rekabet stratejisinin temel bir unsuru olarak kullanabilirler. Gelecekteki çalışmalar, bu ilişkileri boylamsal bağlamda, farklı kültürel bağlamlarda, tüketici katılım düzeylerinde ve moda kategorilerinde inceleyerek bu ilişkilerin geçerliliğini inceleyebilir ve zaman içinde nasıl evrildiğini ortaya koyabilir.

KAYNAKÇA

Atso Vizyon (2021). Sürdürülebilir tekstil sektörü. https://www.atsovizyon.org.tr/surdurulebilir-tekstil-sektoru/ (Erişim Tarihi: 16.11.2025).

Becker-Olsen, K. L., Cudmore, B. A., & Hill, R. P. (2006). The impact of perceived corporate social responsibility on consumer behavior. Journal of business research, 59(1), 46-53.

Brown, T. J., & Dacin, P. A. (1997). The company and the product: Corporate associations and consumer product responses. Journal of Marketing, 61(1), 68-84.

Camacho, M. T. (2024). The mediating effect of brand evangelism, brand trust, and brand satisfaction on corporate social responsibility practices and repurchase intention. PREO Journal of Business and Management, 5(2), 20-47.

Chen, X., Sun, X., Yan, D., & Wen, D. (2020). Perceived sustainability and customer engagement in the online shopping environment: The rational and emotional perspectives. Sustainability, 12(7), 2674.

Chowdhury, R. H. (2024). Sustainability marketing and ethical branding in the digital space. Journal of Trends in Applied Science and Advanced Technologies, 1(1), 18-27.

Erdoğan, Z., & Özoğlu, B. (2024). Sürdürülebilirlik, elektronik ağızdan ağıza iletişim (eWOM) ve ekonomik motivasyonların tüketicilerin ikinci el ürün satın alma niyetleri üzerindeki etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 15(44), 1338-1362.

Gitnux (2025). Sustainability in the apparel industry statistics. https://gitnux.org/sustainability-in-the-apparel-industry-statistics/ (Erişim Tarihi: 16.11.2025).

Guanqi, Z., & Nisa, Z. U. (2023). Prospective effects of food safety trust on brand evangelism: a moderated-mediation role of consumer perceived ethicality and brand passion. BMC Public Health, 23(1), 2331.

Guiao, B. G. M., & Lacap, J. P. G. (2022). Effects of environmental sustainability awareness and altruism on green purchase intention and brand evangelism. Asian J. Bus. Res, 12(3), 43-62.

Hockerts, K. (2015). A cognitive perspective on the business case for corporate sustainability. Business Strategy and The Environment, 24(2), 102-122.

Holloway, S. (2024a). Exploring consumer trust in supply chain certifications and its impact on marketing effectiveness. https://doi.org/10.20944/preprints202406.1393.v1

Holloway, S. (2024b). Influence of ethical supply chain practices on brand equity: a qualitative study of consumer perspectives. https://doi.org/10.20944/preprints202406.1502.v1

Keke, M. E. (2025). Yeşil pazarlamanın çevresel sürdürülebilirlik üzerine etkisine marka bağlılığının aracılık rolü. Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, 13(2), 1511-1541.

Khan, I., & Fatma, M. (2023). Does perceived sustainability affect the customer responses toward the brands? Role of customer engagement as a mediator. Sustainability, 15(10), 8259.

Khandai, S., Kataria, S., Kohli, H. S., Yadav, R., & Mathew, J. (2025). Green choices and brand happiness: A recipe for brand evangelism. Sustainable Development, 33(2), 2486-2501.
Kumar, K. S. (2025). Influence of CSR practices and ethical leadership on consumer trust: mediating roles of brand image and perceived sustainability. SAIM Journal of Social Science and Technology, 2(1), 93-102.
Kumar, K. S. (2025). Influence of CSR practices and ethical leadership on consumer trust: mediating roles of brand image and perceived sustainability. SAIM Journal of Social Science and Technology, 2(1), 93-102.
Leong, M. K., & Koay, K. Y. (2025). A moderated mediation model of perceived social sustainability on brand evangelism. Journal of Consumer Marketing, 42(7), 893-907. https://doi.org/10.1108/JCM-09-2024-7204
Li, J., Sun, X., & Hu, C. (2022). The role of skepticism and transparency in shaping green brand authenticity and green brand evangelism. Sustainability, 14(23), 16191.
Malik, I., & Jain, H. C. (2025). Consumers' Ethical Beliefs and Dark Traits: Their Influence on Masstige Perception and Brand Evangelism in an Emerging Market. Review of Marketing Science. https://doi.org/10.1515/roms-2025-0040
Mansoor, M., Paul, J., Khan, T. I., Abukhait, R., & Hussain, D. (2025). Customer evangelists: Elevating hospitality through digital competence, brand image, and corporate social responsibility. International Journal of Hospitality Management, 126, 104085.
Nichols, B. S., Kirchoff, J. F., Confente, I., & Stolze, H. (2023). When brands behave badly: signaling and spillover effects of unethical behavior in the context of triple bottom line sustainability. Journal of Product & Brand Management, 32(6), 908-926.
Onay, İ. & Arslan, İ. K. (2023). Moda giyim sektöründe sürdürülebilirlik arayışları; yavaş moda'nın yükselişi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22(46), 311-332. doi: 10.46928/iticusbe.1200641
Ramtiyal, B., Garg, P., Johari, S., Rathore, A. P. S., & Thakrey, A. (2024). Investigating the effects of corporate social responsibility on sustainable consumer purchase behavior. Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 17(1), 1-27.
Reynolds, S. (2024). Consumer perceptions of ethical supply chains and their effect on brand loyalty. https://doi.org/10.20944/preprints202406.1074.v1
Santos, V., Simão, P., Reis, I., Sampaio, M. C., Martinho, F., & Sousa, B. (2023). Ethics and sustainability in hospitality employer branding. Administrative Sciences, 13(9), 202.
Swedish Water House (2014). Sustainable textile water initiative (STWI). https://siwi.org/sustainable-textile-water-initiative/ (Erişim Tarihi: 16.11.2025).
Taghısoylu, M. M., & Adanacıoğlu, H. (2025). Gıda sektöründe sürdürülebilir pazarlamanın etik boyutları. XXIV. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi (pp. 317-324), 11-12 Ekim 2025, Ohrid / Kuzey Makedonya Cumhuriyeti.
TRT Haber (2023). Tekstilde su kullanımı hızlı moda akımıyla artıyor. https://www.trthaber.com/haber/cevre/tekstilde-su-kullanimi-hizli-moda-akimiyla-artiyor-794726.html (Erişim Tarihi: 16.11.2025).
Vuong, T. K., & Bui, H. M. (2023). The effect of branding, perceived environmental and social responsibility on customer satisfaction and loyalty. Polish Journal of Environmental Studies, 32(6), 5811-5823.
Zipdo (2025). Sustainability in the textile industry statistics. https://zipdo.co/sustainability-in-the-textile-industry-statistics/ (Erişim Tarihi: 16.11.2025).

SORUMLULUK KİŞİLİK ÖZELLİĞİ VE GERİ DÖNÜŞÜM DAVRANIŞI: EBEVEYNLİK DURUMUNUN DÜZENLEYİCİ ROLÜ BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Gökhan KERSE
Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Kars, Türkiye
ORCID: 0000-0002-1565-9110
Yağmur KERSE
Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Kars, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6773-1153

ÖZET

Bu araştırmada çevreci davranışlardan biri olan geri dönüşüm davranışı ele alınmış, bu davranış üzerinde kişiliğin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda Beş Faktör Kişilik sınıflandırmasındaki sorumlu kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışını etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Bunun yanında çocuk sahibi olma (ebeveynlik) durumunun düzenleyici rolü de tespit edilmeye çalışılmış, dolayısıyla çocuk sahibi olanlarda ve olmayanlarda sorumluluk kişiliğinin geri dönüşüme olan etkisinin aynı olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için farklı sektörlerde çalışan bireylerden veriler elde edilmiştir. Bu doğrultuda 156 kullanılabilir anket verisiyle araştırmada oluşturulan iki hipotez test edilmiştir. Yapılan analizlerde sorumluluk kişilik özelliği geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkilemiştir. Bunun yanında ebeveynlik durumu bu etkide düzenleyici rol üstlenmiştir. Dolayısıyla bireylerin sorumlu kişilik özelliklerinin artması, onların geri dönüşüm davranışını artırmıştır. Buna ilaveten, ebeveyn olan katılımcılarda, ebeveyn olmayanlara nazaran sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışlarına olan etkisinin daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kişilik, Sorumluluk Kişilik Özelliği, Geri Dönüşüm Davranışı, Ebeveynlik Durumu.

CONSCIENTIOUSNESS AND RECYCLING BEHAVIOR: AN EVALUATION IN THE CONTEXT OF THE MODERATING ROLE OF PARENTAL STATUS

ABSTRACT

This study examined recycling behavior within the scope of environmentally friendly behaviors and attempted to determine the effect of personality on this behavior. In this context, it investigated whether the conscientiousness in the Five Factor Personality classification affects recycling behavior. In addition, the moderating role of parenthood was also sought to be identified, and therefore, it was examined whether the effect of conscientiousness on recycling

was the same for parents and non-parents. For this purpose, data was obtained from individuals working in different sectors. In this regard, two hypotheses developed in the study were tested with 156 usable survey data. The analyses revealed that the conscientious personality trait positively influenced recycling behavior. In addition, parenthood played a moderating role in this effect. Therefore, an increase in individuals' conscientious personality traits increased their recycling behavior. Furthermore, it was concluded that the effect of conscientiousness on recycling behaviors was stronger in participants who were parents than in those who were not parents.

Keywords: Personality, Conscientiousness, Recycling Behavior, Parental Status

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, günümüz toplumlarının en önemli gündem konusu haline gelmiş, bu kapsamda sürdürülebilir uygulamalara yönelik girişimlerde (2015-Paris İklim Anlaşması gibi) sürdürülebilir uygulamaların önemi vurgulanmıştır (Bhaskar ve Kumar, 2019). Bu doğrultuda toplumlar sürdürülebilir kalkınmaya yönelmiş, bunun ise mevcut ihtiyaçları karşılarken aynı zamanda gelecek nesillere de yeterli kaynak bırakarak mümkün olabileceğinin farkına varmıştır. Nihayetinde de kaynak yetersizliğinin gerçek bir tehdit olduğu günümüzde kıt kaynakların uygun bir şekilde elde edilmesi, korunması ve yeniden kullanılması öncelikli hale gelmiştir (Phulwani vd., 2020). Dolayısıyla diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de gerek özel hayatta gerekse iş hayatında geri dönüşüm sürdürülebilir kalkınmada önemli adımlardan birisi olarak görülmüştür. Nitekim bu kapsamda 2017'de % 13 olan geri kazanım oranı 2024 yılında % 36,08'e yükselmiş; 2053 yılına kadar da % 70'e çıkarılması hedeflenmiştir (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2025). Yine Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2025) raporunda atıkların geri dönüşümüyle ülke ekonomisine 256 milyar TL kazandırıldığı; 1,7 trilyon litre su, 227 milyar kWh enerji ve 284 milyon m3 atık depolama alanından tasarruf sağlandığı; 150 milyon ton sera gazı salımının engellendiği ve 553 milyon ağacın kurtarıldığı belirtilmiştir.

Geri dönüşüm kullanılan ürünlerin ve bu ürünlere ait parçaların bir ürüne dönüştürülme sürecini (Gündüzalp ve Güven, 2016); geri dönüşüm davranışı ise bireyin kullanıp bıraktığı bir ürünü geri dönüştürmeye, yani yeniden kullanmaya yöneldiğinde ortaya çıkan eylemi ifade eder (Phulwani vd., 2020). Bu eylem çoğu zaman kâğıt veya cam gibi belirli malzemelere bağlı yapılsa da ev ortamında gerçekleşen bir etkinlik veya işlev bağlamında da ortaya çıkabilmektedir (Meneses ve Palacio, 2005). Dolayısıyla gazete, karton, kutu, plastik, cam olabileceği gibi piller, alüminyum, yağ, çelik ve araba lastiği gibi ürünleri de içerebilmektedir (Gündüzalp ve Güven, 2016). Bu ürünlerde gerçekleştirilen dönüşüm eylemini farklı bireysel, örgütsel ve sosyal değişkenler etkileyebilmektedir. Yani geri dönüşüm kararını sosyo-

demografik özellikler, ekonomik durum, inançlar, değerler, tutumlar, hizmetlere erişim, bilgi düzeyi ve eksikliği gibi faktörler etkilemektedir (Thomas ve Sharp, 2013). Bu çalışmada ise etkileyen bir faktör olarak sorumluluk kişilik özelliği dikkate alınmaktadır.

Kişilik bireylerin davranışlarının farklılaşmasını açıklamada kullanılan ve süreklilik arz eden (Costa ve McCrae, 1992) ve bir bireyi diğerinden ayıran, doğuştan gelen ve sonradan etkileşimle kazanılan özellikler olarak tanımlanır (Doğan, 2013). Literatürde bu özellikleri belirlemeye ve ölçmeye yönelik farklı sınıflandırmalar bulunsa da Beş Faktör Kişilik Sınıflandırması en yaygın kullanılanıdır (Goldberg, 1992). Bu çalışmanın da ele aldığı sorumluluk kişilik özelliği bu sınıflandırmadaki kişilik özelliklerinden birisidir. Sorumluluk bireyin düzenli, sistematik ve dakik olma düzeyini ve özdisipline sahip olma durumunu ifade eder (Goldberg, 1992; Kerse ve Naktiyok, 2020). Bu kişilik özelliğine sahip bireyler güvenilir, çalışkan, başarı odaklı, tedbirli ve görev bilinci bulunan kişilerdir (Kerse ve Naktiyok, 2020). Bu çalışmada bu özelliğe sahip olan bireylerin çevreye yönelik de tedbirli ve görev bilincine sahip oldukları düşünülerek, geri dönüşüm davranışına yönelecekleri varsayılmaktadır. Dolayısıyla sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışını pozitif etkileyeceği düşünülmektedir. Literatürde Song ve arkadaşları (2023) sorumluluk kişilik özelliğinin tutumluluk üzerinden geri dönüşüm davranışını etkilediğini belirlemişlerdir. Zhang ve arkadaşları (2020) sorumluluk kişilik özelliğinin akıllı telefon geri dönüşüm niyetini etkilediğini (tutum ve öznel norm üzerinden) tespit etmiştir. Bu bulgulardan hareketle çalışmada sorumluluk kişiliğin geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkileyeceği, hatta bu etkinin de çocuk sahibi olma durumuna göre değişebileceği varsayılmıştır.

Bireyin evlilik öncesi dönemde üstlendiği rollerle evlilik sonrası rolleri farklılaşmaktadır. Bu roller bireyin tutum ve davranışlarına yansımakta ve bunları yönlendirmektedir. Bunun yanında evliliğin gerçekleştiği ilk dönemler ile çocuk sahibi (ebeveyn) olunan dönemlerde de bireylerin üstlendikleri roller ve sorumluluk farklılaşmakta, ebeveynlikle birlikte yeni endişeler ve stresler ortaya çıkmaktadır (Macit, 2021). Dolayısıyla da bireylerin çocuk sahibi olma durumlarına göre rolleri ve sorumlulukları farklı olduğu için davranışları da bu kapsamda değişebilmektedir. Örneğin konuyla ilgili bazı araştırmacılar kadınların yaşamlarında çevreci tüketimi ebeveynlikle (annelikle) beraber ön planda tuttuklarını öne sürmüştür (Çabuk ve Gür, 2020). Diğer bazı araştırmacılar ise sahip olunan çocuk sayısının çevre dostu tutumlar üzerindeki etkisinin cinsiyete ve gelire bağlı olarak değişebildiğini öne sürmüştür (Kim ve Roh, 2025). Öne sürülen bu görüşler ve elde edilen bulgular dikkate alınarak bu çalışmada sorumluluk kişilik özelliğinin çevreci bir davranış olan geri dönüşüm davranışını etkileyebileceği ve bu

etkinin de çocuk sahibi olma/olmama durumuna göre (ebeveynlik) değişebileceği düşünülmüş ve aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir.

H_1: Sorumluluk kişilik özelliği geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkiler.

H_2: Sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışına etkisinde ebeveynlik durumu düzenleyici rol üstlenir.

2. YÖNTEM

Araştırmada sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışına olan etkisi çocuk sahibi olma/olmama (ebeveynlik) durumu bağlamında belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda nicel araştırma yöntemi kullanılmış ve anket oluşturularak veriler elde edilmiştir. Veriler kolayda örnekleme yöntemi dikkate alınarak kamu ve özel sektör farkı gözetmeksizin farklı sektör çalışanlarından elde edilmiştir. Nihai durumda 156 kullanılabilir veriye ulaşılmış ve bunlar SPSS, Process MACRO ve AMOS programlarıyla analiz edilmiştir. Yapılan frekans analizinde kadın katılımcıların 62, erkek katılımcıların 94; evli katılımcıların 100, bekar katılımcıların 56 olduğu görülmüştür. Eğitim düzeyi açısından 95 kişilik lisans düzeyindeki katılımcıların en fazla sayıdaki grubu oluşturduğu belirlenmiştir. Çocuk sahibi olma/olmama durumları incelendiğinde ise 85 katılımcının çocuk sahibi olduğu, 75 katılımcının ise çocuk sahibi olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada sorumluluk kişilik özelliği ve geri dönüşüm davranışı düzeyleri için literatürdeki güvenilir ve geçerli olduğu öne sürülen ölçekler kullanılmıştır. Sorumluluk kişilik özelliğini ölçmek için Rammstedt ve John, (2007) tarafından geliştirilen 10 maddelik Beş Faktör Kişilik ölçeğinin Sorumluluk boyutundaki 2 madde kullanılmıştır. Geri dönüşüm davranışı için Smith ve arkadaşlarının (1994) çalışmasındaki 4 maddelik ölçek kullanılmıştır. Ölçeklerin cevaplanmasında Beşli Likert (Kesinlikle Katılmıyorum…Kesinlikle Katılıyorum) tercih edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Ölçeklerin güvenilirliğine ve geçerliliğine yönelik bulgular

Çalışmada geçerlilik için sorumluluk kişilik özelliği ve geri dönüşüm davranışı ölçeklerine doğrulayıcı faktör analizi yapılmış, bunun için AMOS programı kullanılmıştır. Bulgulardan maddelerin faktör yüklerinin 0,790 ile 0,921 arasında değerler aldığı gözlenmiştir. Bunun yanında modele ilişkin uyum değerleri incelenmiş ve Tablo 1'de de görüldüğü gibi referans değerler sağlanmıştır. Ayrıca ölçeklerin AVE (Çıkarılan Ortalama Varyans) değerlerinin sorumluluk için 0,667 ve geri dönüşüm davranışı için 0,786 olduğu belirlenmiş, bu değerlerin genel kabul olan 0,50'den yüksek olması nedeniyle geçerliliğe ilişkin bir diğer kriterin kabulü sağlanmıştır.

Tablo 1. Model uyumu bulguları

İndeksler	**Referans Değeri**	**Araştırma Modeli**
CMIN/DF	0< χ2/sd ≤ 5	,947
RMR	≤ ,10	,017
GFI	> ,90	,985
NFI	> ,90	,989
CFI	> ,90	1,000
IFI	> ,90	1,000
TLI	> ,90	1,000
RMSEA	≤ ,08	,000

Ölçek güvenilirlikleri için Cronbach Alfa ve CR (Birleşik Güvenirlik) değerleri hesaplanmıştır. Cronbach alfa, sorumluluk için 0,798 ve geri dönüşüm davranışı için 0,935; CR, sorumluluk için 0,799 ve geri dönüşüm davranışı için 0,936 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin genel kabul gören 0,70 değerinden yüksek olması nedeniyle güvenilirlik sağlanmıştır.

3.2. Hipotezlerin testi için bulgular

Çalışmada sorumluluk kişilik ile geri dönüşüm davranışı arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Analizi ile (normallik varsayımı sağlandığı için) belirlenmiştir. Bunun için cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu ve çocuk sahibi olma/olmama (ebeveynlik) durumuyla birlikte araştırma değişkenlerine analiz yapılmıştır. Bulgular sorumluluk kişilik ile geri dönüşüm davranışı arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu (r = 0,464; p < 0,01) göstermiştir.

Tablo 2. Korelasyon analizi bulguları

Değişkenler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.Cinsiyet	*r*	1					
2.Medeni Durum	*r*	-,102	1				
3.Eğitim Durumu	*r*	-,142	-,066	1			
4.Çocuk Sahibi Olma(ma) Durumu	*r*	-,047	,470**	-,125	1		
5.Sorumluluk	*r*	,135	,008	-,134	-,039	1	
6.Geri Dönüşüm Davranışı	*r*	-,031	-,118	-,021	-,181*	,464**	1
**** = p < 0,01; * = p < 0,05**							

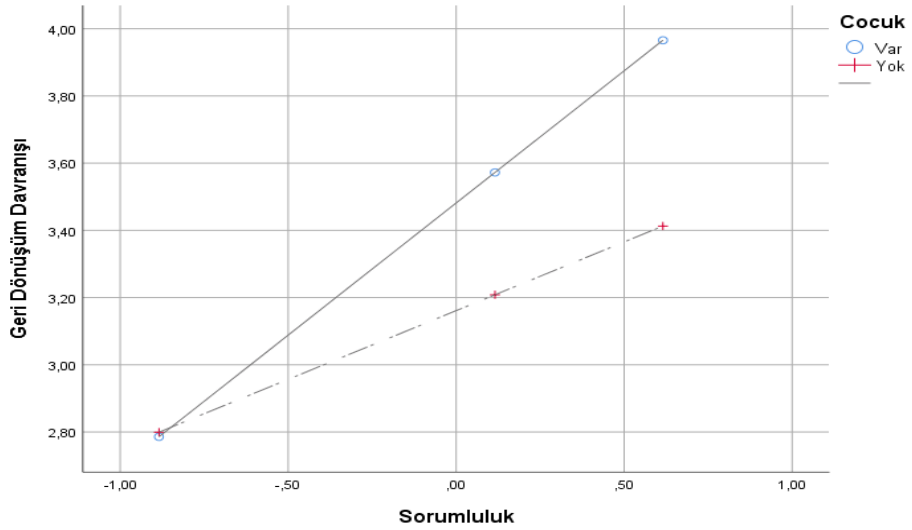
Çalışmada son olarak hipotezlerin testini yapmak için Process MACRO ile Hayes'in modellerinden basit düzenleyiciliğe ilişkin Model 1 kullanılmış ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Burada çocuk sahibi olma/olmama (ebeveynlik) düzenleyici değişken, sorumluluk bağımsız değişken ve geri dönüşüm davranışı bağımlı değişken olarak dikkate alınmıştır. Bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Model 1 bulguları

Bağımlı Değişken = Geri Dönüşüm Davranışı						
	b	**se**	**t**	**p**	**LLCI**	**ULCI**
Sorumluluk	,615	,090	6,799	,000	,4361	,7934
Çocuk Sahibi Olma(ma)	-,320	,137	-2,339	,021	-,5911	-,0497
SOR*ÇSO	-,378	,179	-2,105	,037	-,7322	-,0233
R= ,513		**R^2 = ,264**				
Koşulsal Etkiler						
Çocuk Sahibi Olma(ma)	***Etki***	**se**	**t**	**p**	**LLCI**	**ULCI**
Var	,787	,130	6,065	,000	,5304	1,0430
Yok	,409	,124	3,300	,001	,1641	,6538

Tablo 3'teki bulgulardan sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkilediği (b = 0,615; p = 0,000) görülmektedir. Bu nedenle H_1 hipotezi desteklenmiştir. Bunun yanında çocuk sahibi olma/olmama durumunun sorumluluk kişilik özelliğinin geri dönüşüm davranışı üzerindeki etkisinde düzenleyici rol üstlendiği (etkileşim terimi, b = -0,378; p = 0,037) gözlenmiştir. Nitekim koşulsal etkilerde de çocuğu olan katılımcılarda etkinin düzeyi (etki = 0,787; p = 0,000), çocuğu olmayanlara göre (etki = 0,409; p = 0,000) daha yüksek görülmüştür. Şekil 1'de de görüldüğü gibi bu durum grafiksel gösterimle de desteklenmiştir. Dolayısıyla H_2 hipotezi de desteklenmiştir.



Şekil 1. Düzenleyici role ilişkin grafik gösterimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada kişiliğin geri dönüşüm davranışı üzerindeki etkisi durumsal bir değişken bağlamında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sorumluluk kişilik özelliği dikkate alınmış ve geri dönüşüm davranışına etkisi ebeveyn olma/olmama durumuna göre incelenmiştir. Yapılan analizlerle elde edilen bulgular sorumluluk kişiliğin geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkilediği yönünde olmuştur. Bir diğer ifadeyle, sorumluluk kişilik düzeyinin artması geri dönüşüm davranışına yönelme düzeyini de artırmıştır. Dolayısıyla da çevreci davranış bağlamında değerlendirilen geri dönüşüm davranışının kişilik özelliklerindeki düzeylerle (burada sorumluluk) artabileceği gözlenmiştir.

Araştırmadaki bir diğer bulgu, çocuk sahibi olma/olmama durumunun sorumluluğun geri dönüşüm davranışı üzerindeki etkisinde düzenleyici rol üstlenmesidir. Her ne kadar çocuk sahibi olanlarda da olmayanlarda da sorumluluk kişilik özelliği geri dönüşüm davranışını pozitif yönde etkilese de çocuk sahibi olanlarda bu etki daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durum literatürde bireylerin ebeveynlikle (annelikle) birlikte çevreci tüketimi ön planda tuttuklarını öne süren araştırmalarla (Çabuk ve Gür, 2020) tutarlık göstermektedir. Dolayısıyla ebeveyn olan bireylerde sorumluluk kişilik özelliğinin yüksekliği daha fazla geri dönüşüm davranışı sergilenmesini sağlamaktadır.

Yukarıdaki bulguların araştırma kısıtlarını dikkate alarak yorumlanmasında fayda vardır. Bu kısıtlar araştırmanın kolayda örnekleme ile verileri elde etmesi, farklı sektörlerden katılımcıları dahil etmesi ve kesitsel tasarımın kullanılması şeklinde sıralanabilir. Bu kısıtlar bulguların genellenmesini engellemekte, bu nedenle de yapılacak çalışmalarda kısıtların dikkate alınması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Bhaskar, K., & Kumar, B. (2019). Electronic waste management and sustainable development goals: Is there a business case for linking the two?. *Journal of Indian Business Research, 11*(2), 120-137.

Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). Normal personality assessment in clinical practice: The NEO Personality Inventory. *Psychological Assessment, 4*(1), 5-13.

Çabuk, S., & Gür, D. (2020). Yeni dönem annelik: ekolojik anne olma yolunda kadınların değişen tüketim davranışları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 1, 176-188.

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (ÇYGM), 2025. Sıfır Atık ile geri kazanım oranı % 36,08 'e ulaştı. https://cygm.csb.gov.tr/sifir-atik-ile-geri-kazanim-orani-36-08-e-ulasti.-haber-291288#:~:text=Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1m%C4%B1z%20%C3%B6nc%C3%BCl%C3%BC%C4%9F%C3%BCnde%20ve%20Say%C4%B1n%20Emine,hedefe%20her%20ge%C3%A7en%20g%C3%BCn%20yakla%C5%9F%C4%B1l%C4%B1yor. Erişim: 07.11.2025.

Doğan, T. (2013). Beş faktör kişilik özellikleri ve öznel iyi oluş. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 14(1), 56-64.

Goldberg, L. R. (1992). The development of markers for the big-five factor structure. Psychological Assessment, 4(1), 26–42.

Gündüzalp, A. A., & Güven, S. (2016). Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği. Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi, 9(1), 1-19.

Kerse, G., & Naktiyok, A. (2020). The effect of interactional justice on work engagement through conscientiousness for work. Journal of Economy Culture and Society, 61(1), 65-84.
Kim, C. S., & Roh, G. W. (2025). The More The Worse: Effects of Childcare Burdens on Parents' Pro-Environmental Attitudes. Social Science Quarterly, 106(3), e70018.
Macit, Y. (2021). Çocuk sahibi olmak ve ebeveynlik. Uluslararası Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi, 1(1), 30-40.
Meneses, G. D., & Palacio, A. B. (2005). Recycling behavior: A multidimensional approach. Environment and behavior, 37(6), 837-860.
Phulwani, P. R., Kumar, D. ve Goyal, P. (2020). A systematic literature review and bibliometric analysis of recycling behavior. Journal of Global Marketing, 33(5), 354-376.
Rammstedt, B., & John, O. P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. *Journal of research in Personality*, *41*(1), 203-212.
Smith, S. M., Haugtvedt, C. P., & Petty, R. E. (1994). Attitudes and recycling: does the measurement of affect enhance behavioral prediction?. *Psychology & Marketing*, *11*(4), 359-374.
Song, C. S., Lee, J. Y., Mutha, R., & Kim, M. (2023). Frugal or sustainable? The interplay of consumers' personality traits and self-regulated minds in recycling behavior. Sustainability, 15(24), 16821.
Thomas, C., & Sharp, V. (2013). Understanding the normalisation of recycling behaviour and its implications for other pro-environmental behaviours: A review of social norms and recycling. Resources, Conservation and Recycling, 79, 11-20.
Zhang, Y., Wu, S., & Rasheed, M. I. (2020). Conscientiousness and smartphone recycling intention: The moderating effect of risk perception. Waste Management, 101, 116-125.

TÜRK İŞ HUKUKUNDA YABANCILARLA YAPILAN İŞ SÖZLEŞMELERİN GEÇERLİLİĞİ

Assoc. Prof. Ibrahim GORUCU
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0003-0640-4180
Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0001-6959-1716

ÖZET

Temel bir insan hakkı olan çalışma hakkı hem uluslararası normatif düzenlemeler hem de Türk hukuk sistemi tarafından güvence altına alınmış olup bireyin ekonomik, sosyal ve kültürel varlığını sürdürebilmesinin vazgeçilmez koşullarından biri olarak değerlendirilmektedir. İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nin 23. maddesi ile Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesi'nin 6. maddesi, herkesin serbestçe seçtiği veya kabul ettiği bir işte çalışma, çalışma fırsatlarına erişim ve adil çalışma koşullarından yararlanma hakkına sahip olduğunu açıkça hükme bağlamaktadır. Türk hukuk düzeninde ise Anayasa'nın 49. maddesi, devlete çalışma hayatını düzenleme, çalışanların refahını artırma, işsizliği önleme ve çalışma barışını sağlama yönünde kapsamlı pozitif yükümlülükler yüklemekte; iş hukuku ve sosyal güvenlik hukukuna ilişkin mevzuat bu anayasal ilkelerin somutlaşmış hâlini oluşturmaktadır. Bu bildiri, söz konusu haklar bağlamında Türk iş hukukunda yabancı uyruklu işçilerle akdedilen iş sözleşmelerinin geçerlilik koşullarını, normatif çok katmanlılık ve uygulamadaki çeşitlilik dikkate alınarak ayrıntılı biçimde incelemektedir. Türkiye'de yabancıların çalışma ilişkileri, yalnızca 4857 sayılı İş Kanunu'nun genel hükümlerine tabi olmayıp, 6735 sayılı Uluslararası İşgücü Kanunu, Yabancılar ve Uluslararası Koruma Kanunu ve ilgili ikincil düzenlemelerin yanı sıra çok sayıda uluslararası sözleşmenin etkisi altında şekillenmektedir. Bu nedenle yabancılarla yapılan iş sözleşmelerinin hukuki geçerliliği, klasik iş hukuku ilkelerinin ötesinde, ulusal işgücü politikaları, kamu düzeni gerekleri ve üst normların birlikte değerlendirilmesini gerektiren karma bir yapıya sahiptir.

Anahtar kelimeler: İş hukuku, iş sözleşmesi, yabancılar, çalışma hakkı.

THE VALIDITY OF EMPLOYMENT CONTRACTS CONCLUDED WITH FOREIGNERS UNDER TURKISH LABOUR LAW

ABSTRACT

The right to work, as a fundamental human right, is safeguarded both by international normative instruments and by the Turkish legal system, and is regarded as an indispensable condition for the preservation of an individual's economic, social, and cultural existence. Article 23 of the Universal Declaration of Human Rights and Article 6 of the International Covenant on

Economic, Social and Cultural Rights explicitly affirm that everyone has the right to work, to freely choose or accept employment, to access employment opportunities, and to benefit from fair working conditions. In the Turkish legal framework, Article 49 of the Constitution imposes extensive positive obligations on the State to regulate working life, enhance the welfare of workers, prevent unemployment, and ensure labour peace; the relevant provisions of labour law and social security law constitute the concrete manifestations of these constitutional principles. In this context, the present paper examines in detail the validity conditions of employment contracts concluded with foreign workers under Turkish labour law, taking into account the multi-layered normative structure and the diversity observed in practical implementation. In Turkey, the employment relations of foreign nationals are not merely governed by the general provisions of the Labour Act No. 4857, but are shaped by the Joint effect of the International Workforce Law No. 6735, the Law on Foreigners and International Protection, various secondary regulations, and numerous international conventions. Accordingly, the legal validity of employment contracts concluded with foreign workers extends beyond the classical principles of labour law and embodies a complex structure that necessitates the concurrent evaluation of national labour-market policies, public order considerations, and hierarchical superior norms.

Keywords: Labour law, employment contract, foreigners, right to work.

1.GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte uluslararası işgücü hareketliliğinin artması, yabancıların ulusal iş piyasalarına katılımını hem ekonomik hem de hukuki açıdan önemli bir tartışma alanı hâline getirmiştir. Türkiye de coğrafi konumu, ekonomik dinamikleri ve uluslararası göç hareketlerinden etkilenmesi nedeniyle yabancı işgücüyle ilgili kapsamlı bir düzenleme ihtiyacı duyan ülkeler arasındadır. Bu bağlamda yabancılarla yapılan iş sözleşmelerinin hukuki niteliği, bu sözleşmelerin geçerlilik koşulları ve yabancıların çalışma hakkının anayasal temelleri, Türk iş hukukunun temel inceleme konularından birini oluşturmaktadır. Çalışma hakkı, çalışma özgürlüğünü tamamlayan ve onun güvencesi niteliğinde olan; bireye devletin belirli olumlu edimlerde bulunmasını talep etme imkânı veren pozitif statü hakları arasında yer almaktadır. Bu nedenle devlet, çalışma hakkının kullanılabilir hâle gelmesi için yalnızca pasif bir tutum sergilemekle yetinmeyip, hakkın kapsamını ve sınırlarını belirleyen düzenlemeleri oluşturmakla yükümlüdür. 1982 Anayasası'nın 50. maddesi, belirli kişi veya grupların belli işlerde ya da belirli çalışma koşulları altında çalışmalarını sınırlayan düzenlemelerin yasal çerçevesini oluşturarak, çalışma yasaklarına ilişkin anayasal bir temel sunmaktadır. Buna

karşılık, negatif statü hakları içerisinde yer alan çalışma özgürlüğü ile onun tamamlayıcısı olan sözleşme özgürlüğü, devlet müdahalesinin asgari düzeyde tutulmasını gerektirir. Bu ilke doğrultusunda bireylere, bağımlı ya da bağımsız şekilde serbestçe çalışma ve istedikleri şartlarda, herhangi bir sınırlamaya tabi olmaksızın sözleşme yapabilme olanağı tanınmaktadır. Bu çalışmada, Türk iş hukukunda yabancılarla yapılan iş sözleşmelerinin geçerlilik koşulları çok yönlü bir yaklaşımla ele alınacaktır. İnceleme hem bireysel iş hukuku hükümlerinin hem de yabancıların çalışma rejimini düzenleyen ulusal ve uluslararası normların oluşturduğu bütüncül çerçeve içerisinde yürütülecektir. Bu doğrultuda öncelikle iş sözleşmesinin hukuki niteliği, tanımı ve zorunlu unsurları incelenerek, yabancılarla kurulan iş ilişkilerinin hangi temel ilkeler üzerine oturduğu ortaya konulacaktır. Ardından, yabancıların Türkiye'de çalışma hakkının anayasal temelleri, çalışma özgürlüğü ve sözleşme özgürlüğü ile ilişkisi ve bu hakların yabancılar bakımından ne ölçüde sınırlandırılabileceği doktrinsel ve normatif açıdan değerlendirilecektir. Devamında, yabancıların iş sözleşmesi yapabilmesi için aranan çalışma izni zorunluluğu, izin sürecinin hukuki mahiyeti, çalışma izninin kapsamı, sınırlanması ve reddedilme sebepleri ayrıntılı biçimde ele alınacaktır. Uluslararası İşgücü Kanunu'nun öngördüğü idari prosedürler, yabancı işgücünün istihdamına ilişkin politikaların sözleşmesel ilişki üzerindeki etkileriyle birlikte analiz edilecektir.

2.İŞ SÖZLEŞMESİNİN TANIMI VE UNSURLARI

Sözleşmeler, tarafların birbirleriyle uyumlu irade açıklamalarında bulunmaları sonucunda ortaya çıkan hukuki işlemlerdir. Taraflar, bir borç ilişkisini kurmak, mevcut bir borç ilişkisinin şartlarını değiştirmek ya da bu ilişkiye son vermek için sözleşme yapmayı tercih edebilirler (Oğuzman ve Öz, 2016). İş sözleşmeleri, iş ilişkilerinin temelini oluşturmakta ve taraflar arasında kararlaştırılan iş ilişkisinde uygulanacak kuralların belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Çelik vd., 2023).

İş sözleşmesi 4857 sayılı İş Kanunu'nun 8. Maddesinin 1. fıkrasında tanımlanmıştır. Bu maddeye göre bir tarafın (işçi) bağımlı olarak iş görmeyi, diğer tarafın (işveren) da ücret ödemeyi üstlenmesinden oluşan sözleşme iş sözleşmesidir. Türk Borçlar Kanununda ise iş sözleşmesini "hizmet sözleşmesi" adı altında düzenlemiş olup, bu sözleşmeyi işçinin bağımlı bir şekilde belirli ya da belirsiz bir süreyle iş görmeyi taahhüt ettiği, işverenin zamana ya da yapılan işe göre işçiye ücret ödemeyi kabul ettiği anlaşma olarak tanımlamıştır. Bu kanuni tanımlar birbirine paraleldir (Yavuz, 2018). İş Kanunu ve Türk Borçlar Kanunu'nda yer alan tanımlardan da anlaşılacağı üzere iş sözleşmesi üç unsurun bir araya gelmesi ile kurulmaktadır. Bu unsurlar iş görme, ücret ve bağımlılıktır. Bunlardan birinin eksikliği taraflar arasındaki sözleşmeyi iş sözleşmesi olarak nitelendirmeyi mümkün kılmamaktadır (Süzek, 2018).

Bir iş sözleşmesinin varlığından söz edilebilmesi için öncelikle işçinin iş görme borcunu üstlenmiş olması gerekir. İşçi, iş sözleşmesi kapsamında işverene karşı iş görme edimini yerine getirmeyi taahhüt eden gerçek kişidir; bu nedenle tüzel kişilerin işçi sıfatını taşıması mümkün değildir. İş görme unsuru, işçinin sözleşme ile üstlendiği işi fiilen yerine getirmesini ifade eder. Taraflarca kararlaştırılan iş, ekonomik nitelik taşıyan ve insan emeğine dayanan bedensel ya da zihinsel faaliyetleri; teknik, bilimsel veya sanatsal nitelikteki çalışmaları kapsar. Bu bağlamda esas alınan ölçüt, yapılan faaliyette insan emeğinin bulunup bulunmadığıdır (Çelik, 2023). İşçi, iş sözleşmesiyle üstlendiği iş görme edimini özen yükümlülüğü çerçevesinde yerine getirmekle mükelleftir. Bu edimin ifası sırasında işçinin işverene karşı sadakatli davranması esastır. İş sözleşmesi, taraflar arasında kişisel nitelikte bir hukuki bağ kurduğundan karşılıklı sadakat yükümlülüğü doğmakta ve işçinin sadakat borcu, işverenin meşru menfaatlerini gözetmeyi ve işverenin zararına yol açabilecek her türlü davranıştan kaçınmayı içermektedir (Mollamahmutoğlu vd., 2018).

İş sözleşmesinin unsurlarından ikincisi ücrettir. Ücret, İş Kanunu'nun 32. maddesinde tanımlanmıştır. Bu maddeye göre ücret, işçiye yapılan işin karşılığı olarak işveren ya da üçüncü kişilerce sağlanan, para olarak ödenen tutar olarak tanımlanmıştır. İş sözleşmelerinde, işçinin iş görme ediminin karşılığını işverenin ücret ödeme borcu oluşturur. Ücret, iş sözleşmesinin asli unsurlarından biri olmakla birlikte, bunun sözleşmede açıkça belirtilmiş olması zorunlu değildir. Taraflar ücret miktarını sözleşmede düzenlememiş olabilir; ancak işçinin üstleneceği iş karşılığında ücret ödenmesinin hayatın olağan akışına uygun ve gerekli olduğu durumlarda, tarafların ücret konusunda örtülü bir anlaşmaya vardıkları kabul edilir (Süzek, 2018). Ücret, işçiye nakden ödenir. İşveren, ücreti en geç ayda bir kez ödemekle yükümlüdür, ancak taraflar bu süreyi bir haftaya kadar kısaltabilirler (Narmanlıoğlu, 2014).

İş sözleşmesini diğer sözleşmelerden ayıran en temel unsur bağımlılıktır. Bağımlılık unsuru, işçinin işverene hem hukuki hem de kişisel anlamda bağlılığını ifade eder. Bu bağlılık kapsamında işçi, iş görme edimini işverenin verdiği emir ve talimatlara uygun biçimde yerine getirmek zorundadır. Kişisel nitelikteki bağımlılık, işçi ile işveren arasında hiyerarşik bir ilişki kurulmasına yol açar. İş sözleşmesinde taraflar arasında tam bir eşitlikten söz edilemez; zira işverenin işçiye talimat verme ve bu talimatların uygulanıp uygulanmadığını denetleme yetkisi bulunmaktadır (Çelik vd., 2023). Yargıtay, işveren ile işçi arasındaki bağımlılığın mevcudiyetini tespit ederken çeşitli kriterlerden faydalanmaktadır. İş hukukunun dinamik yapısının bir sonucu olarak ortaya çıkan atipik istihdam şekilleri iş sözleşmesinin tarafları arasındaki sıkı bağımlılığı azaltmıştır. işverenin talimatlarına uymadan çalışma imkanına sahip

olmamayı teknik ve hukuki bağlılığın ölçütü olarak kabul etmektedir (Y. 10. HD., T. 15.2.2016, E. 2014/22488, K. 2016/1895).

3.YABANCILARLA İŞ SÖZLEŞMESİNİN YAPILMASI

Çalışma temel bir insan hakkı olup, Türk hukuk sisteminde 1982 Anayasası'nın 48. ve 50. maddeleri arasında güvence altına alınmıştır. Maddeler incelendiğinde herkes, dilediği alanda çalışma ve sözleşme hürriyetlerine sahip olup çalışma, herkesin hakkıdır. Çalışma hak ve özgürlüğünün vatandaş yabancı ayrımı yapılmaksızın herkese tanınmıştır.

Yabancıların temel hak ve özgürlüklerine getirilecek sınırlamalar bakımından Anayasa'nın 16. maddesi de dikkate alınmalıdır. Bu hüküm, yabancılara tanınan hak ve özgürlüklerin uluslararası hukukla uyumlu olmak şartıyla kanunla sınırlandırılabileceğini öngörmektedir. Maddede herhangi bir temel hakkın istisna tutulmamış olması, teorik olarak tüm hak ve özgürlüklerin yabancılar yönünden sınırlandırılabileceği izlenimini doğursa da, uygulamada bu hükmün yalnızca niteliği gereği yabancılar için sınırlandırılabilir olan, örneğin çalışma hakkı gibi haklar bakımından işletilebileceği kabul edilmektedir (Er, 2014).

İş sözleşmesi yapabilme koşullarından ilki çalışma izni alma zorunluluğudur. Her ne kadar çalışma hakkı herkes için tanınmış bir hak niteliği taşısa da, uluslararası düzenlemelerde olduğu gibi Türk mevzuatında da vatandaşlarla yabancılar arasında mutlak bir eşitlik öngörülmemiştir. Bu çerçevede, kamu güvenliği ve kamu sağlığı gibi gerekçelere dayanılarak bazı meslek ve faaliyet alanlarında yabancıların çalışması yasaklanmıştır. Yabancıların çalışmasının yasaklanmadığı alanlar bakımındansa, Uluslararası İşgücü Kanunu'nun 6/2. maddesi gereğince çalışma izni alınması zorunlu tutulmuştur. Nitekim, kanunlarda veya Türkiye'nin taraf olduğu iki ya da çok taraflı anlaşmalarda açıkça çalışma izni olmaksızın çalışabileceği belirtilenler dışında, yabancıların çalışma izni almadan çalışmaları hukuken mümkün değildir (Kaya, 2021). Çalışma izninin sınırlandırılması hususuna değinecek olursak, yabancılara tanınan tüm çalışma izni türleri, Uluslararası İşgücü Kanunu'nun 12/3. maddesinde yer alan koşullar çerçevesinde sınırlandırılabilir. Bu doğrultuda, Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası anlaşmalarla güvence altına alınan haklar saklı kalmak üzere, yabancıların çalışma izinleri; karşılıklılık ilkesinin gerektirdiği durumlarda ya da işgücü piyasasının mevcut durumu, çalışma hayatındaki eğilimler ve istihdama ilişkin sektörel veya ekonomik koşulların zorunlu kıldığı hâllerde belirli bir süreyle sınırlandırılabilir. Bu sınırlamalar; tarım, sanayi ve hizmet sektörleri yanında belirli meslek veya işkolları ile coğrafi ya da idari bölgeler bakımından da uygulanabilir.

Türk iş hukukunda yabancılarla yapılan iş sözleşmelerinin geçerliliği, yalnızca sözleşmenin genel hükümlerine uygunlukla değil, aynı zamanda yabancının Türkiye'de çalışma yetkisine sahip olup olmadığıyla da yakından ilişkilidir. İş sözleşmesi, iş görme, ücret ve bağımlılık

unsurlarını içerdiği sürece genel olarak geçerli kabul edilmekle birlikte, yabancının çalışma izni bulunmaması hâlinde sözleşme hukuken geçersiz sayılmamakta; ancak çalışma izni olmadan fiilen çalışılması idari yaptırımları doğurmaktadır. Uluslararası İşgücü Kanunu uyarınca, yabancıların çalışma izni almadan Türkiye'de çalışmaları yasaklanmış olup, izin şartının yerine getirilmesi sözleşmenin uygulanabilirliği açısından zorunlu bir unsurdur. Yabancının çalışma izni almaması, iş sözleşmesini mutlak butlanla hükümsüz kılmamakla birlikte, tarafların sözleşmeden doğan yükümlülüklerinin ifası engellendiği için sözleşme "ifa kabiliyeti olmayan" bir hukuki işlem niteliğine bürünmektedir. Nitekim Yargıtay da yabancıların çalışma izni olmaksızın çalışmalarının hukuka aykırı olduğunu, ancak bu durumun iş ilişkisinin fiili varlığını ortadan kaldırmadığını kabul etmektedir. Dolayısıyla, yabancılarla yapılan iş sözleşmelerinin geçerliliği hem iş sözleşmesinin karakteristik unsurlarının bulunmasına hem de yabancının çalışma izni prosedürlerinin usulüne uygun şekilde tamamlanmasına bağlı olarak değerlendirilmelidir. Çalışma izni başvuruları yurt içinde doğrudan Bakanlığa, yurt dışında yabancının vatandaşı olduğu veya yasal olarak bulunduğu ülkedeki Türkiye Cumhuriyeti büyükelçilikleri veya başkonsolosluklarına yapılır. Yurt dışında yapılan çalışma izni başvuruları Türkiye Cumhuriyeti büyükelçilikleri veya başkonsolosluklarınca Bakanlığa iletilir. Çalışma izni başvurusu uluslararası işgücü politikasına göre değerlendirilir. Usulüne uygun olarak yapılan başvuruların değerlendirilmesi, bilgi ve belgelerin tam olması kaydıyla otuz gün içinde tamamlanır (UİK md.7).

UİK 9.maddesinde çalışma izni başvurusunun red sebepleri sıralanmıştır. Bu maddeye göre red gerekçeleri şunlardır:

a) Uluslararası işgücü politikasına uygun olmayan,

b) Sahte veya yanıltıcı bilgi ve belgelerle yapılan,

c) Yabancı istihdam edilmesine ilişkin gerekçesi yeterli görülmeyen,

ç) Diğer kanunlarda Türk vatandaşlarına hasredilen iş ve meslekler için yapılan,

d) Gerekli nitelik ve uzmanlığı taşımadığı anlaşılan yabancılara ilişkin olan,

e) Bakanlıkça belirlenen değerlendirme kriterlerini karşılamayan,

f) 6458 sayılı Kanunun 7 nci, 15 inci ve 54 üncü maddeleri kapsamında olduğu İçişleri Bakanlığınca bildirilen yabancılara ilişkin olan,

g) Kamu düzeni, kamu güvenliği veya kamu sağlığı açısından Türkiye'de çalışmasında sakınca görülen yabancılara ilişkin olan,

ğ) Dışişleri Bakanlığının uygun görüşü olması durumu hariç, Türkiye Cumhuriyetinin tanımadığı veya diplomatik ilişkisinin bulunmadığı ülke vatandaşları için yapılan,

h) Kanuni süresi içinde yapılmayan veya eksiklikleri tamamlanmayan,

başvurular reddedilir.

Yabancı çalıştıran işverenler için bildirim ve sosyal güvenlik yükümlülüğü getirilmiştir. UİK 22.maddesine göre yabancı çalıştıran işverenler ile süresiz veya bağımsız çalışma izni bulunan yabancılar, çalışma izninin veya çalışma izni muafiyeti kapsamında çalışmanın başlaması ve sona ermesi durumu ile çalışma izni veya çalışma izni muafiyetinin iptalini gerektirecek hâlleri on beş gün içinde Çalışma ve Sosyal Bakanlığa bildirmekle yükümlüdür. UİK kapsamındaki yabancıların ve işverenlerin bu Kanundan doğan yükümlülüklerini yerine getirip getirmedikleri Bakanlık iş müfettişleri ile Sosyal Güvenlik Kurumu müfettişleri ve sosyal güvenlik denetmenleri tarafından denetlenir. Bu Kanun gereğince yapılacak teftiş, denetim ve soruşturmalar, uygulamakla yükümlü olunan mevzuatın teftiş, denetim ve soruşturma hükümlerine göre yapılır ve bu hükümlere göre ilgili yaptırımlar uygulanır.

SONUÇ

Türk hukukunda yabancıların çalışma hakkı, bir yandan Anayasa'nın herkes için güvence altına aldığı temel hak ve özgürlükler kapsamında değerlendirilirken diğer yandan ulusal işgücü piyasasının korunması ve kamu yararının sağlanması amacıyla çeşitli sınırlamalara tabi tutulmaktadır. İş sözleşmesinin unsurları olan iş görme, ücret ve bağımlılık, yabancı işçiler açısından da değişmez niteliktedir; ancak bu unsurların varlığı tek başına bir iş sözleşmesinin kurulabilmesi için yeterli değildir. Yabancıların Türk iş piyasasına dâhil olabilmesi, Uluslararası İşgücü Kanunu'nun öngördüğü izin mekanizmaları çerçevesinde idarenin iznine bağlıdır. Bu durum, yabancıların sözleşme özgürlüğünün mutlak bir nitelik taşımadığını; aksine kamu düzeni, güvenliği ve ekonomik ihtiyaçlar doğrultusunda sınırlandırılabileceğini ortaya koymaktadır. Anayasa'nın 16. maddesi, yabancıların temel haklarının kanunla ve uluslararası hukuk ilkelerine uygun şekilde sınırlandırılabileceğini düzenleyerek bu alanda çerçeve bir rol üstlenmektedir. Bu hüküm, yabancılar açısından çalışma hakkının kullanılmasının doğası gereği bazı kısıtlamalara tabi tutulmasını meşru kılmaktadır. Nitekim belirli mesleklerin yalnızca Türk vatandaşlarına özgülenmesi veya çalışma izni alma zorunluluğu, anayasal ve uluslararası hukuk açısından kabul edilebilir sınırlamalar olarak değerlendirilmektedir. Uluslararası İşgücü Kanunu'nun çalışma izinlerine ilişkin hükümleri, yabancı işgücüne yönelik kapsamlı bir düzenleme sistemi oluşturmakta; izin verilmesine, red sebeplerine ve lisansların sınırlandırılmasına ilişkin ayrıntılı kriterler öngörmektedir. Böylece yabancı işgücünün istihdamı, planlı ve denetlenebilir bir yapıya kavuşturulmuştur. İdarenin çalışma izni başvurularını uluslararası işgücü politikası doğrultusunda değerlendirmesi, ekonomik gereklilikler ile toplumsal ihtiyaçların birlikte göz önünde bulundurulmasını sağlamaktadır. Ayrıca işverenlere getirilen bildirim yükümlülükleri, yabancıların kayıt dışı istihdamının

önlenmesinde önemli bir işlev üstlenmektedir. Sonuç olarak, yabancıların Türkiye'de iş sözleşmesi yapabilmesi hukuki, ekonomik ve sosyal boyutları olan çok yönlü bir düzenleme alanıdır. Mevzuatın amacı, bir yandan yabancıların çalışma hakkını uluslararası standartlara uygun şekilde korumak, diğer yandan ulusal işgücü piyasasının ihtiyaçlarını ve kamu yararını gözetmektir. Bu denge, yabancı istihdamının sürdürülebilir, düzenli ve kamu yararıyla uyumlu bir şekilde yürütülmesini mümkün kılmaktadır.

KAYNAKÇA

Çelik, N., Caniklioğlu, N., Canbolat, T. ve Özkaraca, E. (2023). İş hukuku dersleri (36.baskı). İstanbul: Beta.
Er, S. (2014). Yabancıların Çalışma İzinleri ve Ön İzin Müesseses. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, S.4, 176-221.
Kaya, T. (2021). Yabancıların Çalışma İzni Muafiyetlerine Dair Bir Değerlendirme. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 12(47), 215-246
Mollamahmutoğlu, H., Astarlı, M. ve Baysal U. (2018). İş Hukuku Ders Kitabı (2. Baskı). Ankara: Lykeion Yayınları.
Narmanlıoğlu, Ü. (2014). İş Hukuku Ferdi İş İlişkileri I. İstanbul: Beta.
Oğuzman, M.K. ve Öz, M.T. (2016). Borçlar Hukuku Genel Hükümler Cilt 1. İstanbul: Vedat Kitapçılık.
Süzek, S. (2018). İş hukuku (16.baskı). İstanbul: Beta.
Yavuz, C. (2018). Borçlar Hukuku Dersleri (15. Baskı). İstanbul: Beta.

TÜRK İŞ HUKUKUNDA ARA DİNLENMESİ

Assoc. Prof. Ibrahim GORUCU
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0003-0640-4180
Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0001-6959-1716

ÖZET

Çalışma hakkı nasıl temel bir insan hakkı olarak kabul ediliyorsa, dinlenme hakkı da aynı ölçüde zorunlu ve vazgeçilmez bir haktır. Anayasamızın 50. maddesinde tüm çalışanların dinlenme hakkına sahip olduğunu belirten ve bu hakkın kapsam ile şartlarının kanunla düzenleneceğini öngören hükmün doğal bir yansıması olarak, 4857 sayılı İş Kanunu'nda dinlenme hakkına ve bu hakkın kullanım sürelerine ilişkin ayrıntılı düzenlemelere yer verilmiştir. Bu hükümler, işçilerin dinlenme hakkının anayasal koruma altında bulunan temel bir hak olduğu ve işverenler tarafından işçilere uygun, yeterli ve etkin biçimde kullandırılması gerektiği anlayışı temelinde oluşturulmuştur. Başka bir ifadeyle, işçilerin en doğal haklarından biri olan dinlenme hakkı ile bu hakkın somut görünümü niteliğindeki dinlenme süreleri, İş Kanunu'nda kapsamlı biçimde ele alınarak güvence altına alınmıştır.Bu kapsam düzenlenen haklardan birisi de ara dinlenmedir. Ara dinlenme, işçinin günlük çalışma süresi içinde çalışmaktan tamamen arındırılmış ve serbestçe kullanabileceği dinlenme zamanını ifade eder. Türk İş Hukukunda, 4857 sayılı İş Kanunu'nun 68. maddesi uyarınca düzenlenen ara dinlenmesi, işçinin çalışmaya devam edebilmesi için gerekli olan fiziksel ve zihinsel yenilenmeyi sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, Türk iş hukukunda ara dinlenmesi hususunu çok yönlü ve kapsamlı bir biçimde incelemek ve bu sürelerin hukuki niteliğini, düzenleniş amacını ve uygulamadaki yansımalarını ortaya koyarak iş hukukundaki fonksiyonunu bütüncül bir bakış açısıyla irdelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: İş hukuku, dinlenme hakkı, ara dinlenmesi.

REST BREAK IN TURKISH LABOUR LAW

ABSTRACT

Just as the right to work is recognized as a fundamental human right, the right to rest is equally indispensable and inalienable. As a natural reflection of Article 50 of the Turkish Constitution—which affirms that all employees are entitled to rest and stipulates that the scope and conditions of this right shall be regulated by law—the Labour Act No. 4857 contains detailed provisions concerning the right to rest and the duration of such periods. These provisions are grounded in the understanding that the right to rest is a constitutionally protected

fundamental right of employees and that employers are obliged to ensure that employees can exercise this right in an appropriate, sufficient, and effective manner. In other words, the right to rest, which constitutes one of the most inherent rights of employees, together with the specific rest periods that give concrete expression to this right, is comprehensively regulated and safeguarded under the Labour Act. Among the rights regulated within this framework is the rest break (ara dinlenme). A rest break refers to a period within the employee's daily working hours that is entirely free from work obligations and may be used at the employee's discretion. Regulated under Article 68 of Labour Act No. 4857, rest breaks serve the purpose of ensuring the physical and mental recovery necessary for the employee to continue working. This study aims to examine the institution of rest breaks in Turkish labour law in a multifaceted and comprehensive manner, elucidating their legal nature, regulatory purpose, and practical implications, and ultimately assessing their overall function within the broader system of labour law.

Keywords: Labour law, the right to rest, rest break.

1.GİRİŞ

İş hukukunun işçiyi koruyucu niteliği, çalışma yaşamının düzenlenmesinde özellikle çalışma süreleri ve dinlenme süreleri açısından belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. İş hukukunda azami çalışma süreleri ile asgari dinlenme sürelerinin öngörülmesi, işçinin Anayasa ile güvence altına alınmış olan dinlenme hakkının somut bir tezahürüdür. İşçinin düzenli ve yeterli biçimde dinlenmesi, fiziksel ve zihinsel sağlığının korunması açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle İş Kanunu, yalnızca işçinin günlük çalışabileceği azami süreleri belirlemekle kalmamış; aynı zamanda asgari dinlenme sürelerini düzenleyerek, işçinin sağlığının, güvenliğinin ve işin güvenli bir şekilde yürütülmesinin sağlanmasını amaçlamıştır. Ara dinlenmesi, çalışanların günlük çalışma süresi içerisinde fiziksel ve zihinsel olarak yenilenmelerini, dikkatlerini toparlamalarını ve yeme, içme, ibadet gibi temel ihtiyaçlarını karşılamalarını sağlamak amacıyla işveren tarafından sağlanan, zorunlu bir dinlenme süresi türü olarak tanımlanabilir. Bu dinlenme süresi, çalışma süresinin ortalama bir bölümünde ve işyerinin organizasyonel koşullarına uygun şekilde kullandırılmalıdır. İş Hukuku açısından ara dinlenmesi, 4857 sayılı İş Kanunu'nun 68. maddesi ile özel olarak düzenlenmiş olup, hem işçinin sağlığını ve çalışma verimliliğini koruma hem de işin güvenli bir biçimde yürütülmesini sağlama amacını taşımaktadır. Bu çalışma, Türk iş hukukunda ara dinlenmesi konusunu çok boyutlu ve kapsamlı bir şekilde ele almayı hedeflemektedir. Ara dinlenmesinin hukuki niteliği, düzenlenme amacı, iş sözleşmelerindeki rolü ve uygulamadaki etkileri incelenerek, bu kurumun

iş hukuku içindeki fonksiyonu bütüncül bir perspektifle değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, çalışmada ara dinlenmesinin hem işçi lehine sağladığı koruyucu işlevler hem de işveren açısından üretim ve organizasyon süreçleri ile uyumu ele alınarak, teorik ve pratik boyutları bir arada analiz edilmektedir.

2.DİNLENME HAKKI

İş hukukunun tarihsel gelişimi incelendiğinde, bu hukuk dalının ortaya çıkışında ve gelişiminde temel belirleyici unsurun işçilerin korunması gerekliliği olduğu görülmektedir. Diğer sözleşme türleriyle karşılaştırıldığında, iş sözleşmesinde tarafların tam anlamıyla eşit konumda olduklarını söylemek mümkün değildir. İş sözleşmesinin karakteristik unsurlarından biri olan hukuki bağımlılık nedeniyle işçi, işverene bağlı biçimde, onun yönetim ve denetim yetkisi altında, verdiği emir ve talimatlara uygun olarak çalışmayı yerine getirmektedir (Çelik vd., 2023). Dinlenme hakkı, işçinin fiziksel bütünlüğünün, maddi ve manevi varlığının yanı sıra özel yaşamının korunmasını amaçlayan bir kurum olarak değerlendirilmektedir. Bu hak aracılığıyla işçinin çalışma süreleri belirli sınırlar içine alınmakta; böylece işçiye dinlenebilmesi, kişisel ihtiyaçlarına zaman ayırabilmesi ve ailesiyle birlikte vakit geçirebilmesi için gerekli koşullar sağlanmaktadır. Dinlenme hakkının uygulanması sonucunda, işçinin çalışma faaliyeti belirli aralıklarla durdurularak, günlük gereksinimlerini karşılayabileceği, sosyal yaşamını sürdürebileceği ve kişisel gelişimini devam ettirebileceği bir zaman dilimi yaratılmaktadır (Tulukçu, 2012).

Çalışanların en temel ve önemli haklarından biri olan dinlenme hakkı uluslararası hukuki metinlerde, anayasada, kanunlarda ve diğer birçok düzenlemede yer almaktadır. Dinlenme hakkı, sosyal devlet ilkesinin bir gereği olarak 1982 Anayasası'nın 50. maddesinde güvence altına alınmış sosyal ve ekonomik bir haktır. Bu maddeye göre dinlenmek, çalışanların hakkıdır ve kapsamı ve içeriğinin Kanunla düzenleneceği belirtilmiştir. İşçinin günlük dinlenme süresi, hafta tatili, bayram tatili, yıllık izinleri ile dinlenme süreleri bu amaca hizmet etmektedir (Süzek, 2018). Dinlenme hakkı, sosyal bir hak niteliği taşımasının yanı sıra kişiye sıkı sıkıya bağlı haklar arasında yer almaktadır. Bu özelliği gereği, söz konusu hak yalnızca ilgili kişi tarafından kullanılabilir; devredilmesi veya ondan feragat edilmesi mümkün değildir. Dinlenme hakkı, yalnızca işçilerle sınırlı olmayıp, tüm çalışanlar için geçerli evrensel bir hak olarak kabul edilmektedir (Akyiğit, 2024).

Anayasa'nın 50. maddesinde tüm çalışanların dinlenme hakkına sahip olduğu belirtilmiş ve bu hakkın kapsamının kanunla düzenleneceği ifade edilmiştir. Bu anayasal ilkenin bir yansıması olarak, İş Kanunu'nda dinlenme hakkı ve dinlenme sürelerine ilişkin hükümler, tüm işçilerin bu haktan yararlanmasını güvence altına almak ve işverenlerin dinlenme imkanını uygun ve

yeterli şekilde sağlamalarını temin etmek amacıyla oluşturulmuştur. Dinlenme hakkının soyut ve teorik boyutunu somutlaştıran unsur ise dinlenme süreleridir. Bu nedenle 4857 sayılı İş Kanunu'nda dinlenme süreleri ayrıntılı ve çeşitli biçimlerde düzenlenmiştir. Ara dinlenmesi, hafta tatili, ulusal bayram ve genel tatiller, yıllık ücretli izin, doğum ve süt izinleri ile hastalık izinleri gibi pek çok farklı dinlenme süresine ilişkin hükümler kanunda açık şekilde yer almaktadır (Çelik vd., 2023).

3.ARA DİNLENMESİ

Ara dinlenmesi, günlük çalışma süresi içerisinde işçilere fiziksel ve zihinsel olarak yenilenebilmeleri ile yemek, içme gibi temel ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri amacıyla tanınan ve bu süre zarfında fiilî çalışma yapılmayan zaman dilimini ifade etmektedir. Çalışma yaşamının neden olabileceği yorgunluk, dikkat azalması ve gerginlik gibi olumsuz etkilerin azaltılabilmesi; ayrıca yeme-içme, tuvalet ve ibadet gibi temel gereksinimlerin karşılanabilmesi için işçilere günlük çalışma süresi içinde belirli bir dinlenme aralığı tanınması zorunludur. Zira kesintisiz bir biçimde tüm çalışma süresinin tamamında çalışmak, insanın fizyolojik sınırlarıyla bağdaşmamakta ve sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Bu gerekliliği dikkate alan kanun koyucu, söz konusu ihtiyacı karşılamak amacıyla ara dinlenmesi kurumunu düzenleme yoluna gitmiştir (Tulukçu, 2012).

Ara dinlenmesi, 4857 sayılı İş Kanunu'nun 68.maddesinde düzenlenmiştir. Bu maddeye göre günlük çalışma süresinin ortalama bir zamanında o yerin gelenekleri ve işin gereğine göre ayarlanmak suretiyle işçilere;

- Dört saat veya daha kısa süreli işlerde onbeş dakika,
- Dört saatten fazla ve yedibuçuk saate kadar (yedibuçuk saat dahil) süreli işlerde yarım saat,
- Yedibuçuk saatten fazla süreli işlerde bir saat ara dinlenmesi verilir.

Kanun'un 68.maddesine göre bu dinlenme süreleri asgari nitelikte olup kesintisiz şekilde uygulanır. Bununla birlikte, iklim ve mevsim koşulları, yerel alışkanlıklar ile yapılan işin özellikleri dikkate alınmak suretiyle, taraflarca yapılan sözleşmeler çerçevesinde parçalara bölünerek kullandırılması da mümkündür. İşveren, işyerinin çalışma düzeni ve üretim ihtiyaçları doğrultusunda, dinlenme aralarını tüm işçilere aynı zamanlarda ya da farklı zaman dilimlerinde kullandırabilir. Öte yandan, ara dinlenmesi süreleri çalışma süresinden sayılmamaktadır; dolayısıyla bu zaman aralıkları, işçinin fiilî çalışma süresine dâhil edilmeyecektir. İş hukukuna ilişkin düzenleyici idari işlemler arasında ara dinlenmesine yönelik hükümler içeren temel metin Çalışma Süreleri Yönetmeliğidir. Yönetmeliğin 3. maddesinde, "Çalışma süresi, işçinin çalıştırıldığı işte geçirdiği süredir. İş Kanunu'nun 66. maddesinin

birinci fıkrasında sayılan süreler de çalışma süresinden sayılır. Aynı Kanun'un 68. maddesi uyarınca verilen ara dinlenmeleri ise çalışma süresine dâhil edilmez. Ara dinlenmeleri; iklim ve mevsim koşulları, yöresel gelenekler ve işin niteliği dikkate alınarak, yirmi dört saat içinde kesintisiz on iki saatlik dinlenme süresi gözetilerek düzenlenir. 4857 sayılı İş Kanunu'nun 69. maddesinin son fıkrası saklıdır." şeklinde bir düzenleme yer almaktadır. Bu hüküm ile Yönetmelik, 4857 sayılı İş Kanunu'nda öngörülen düzenlemelerle açık bir bağlantı kurarak ara dinlenmesine ilişkin normatif çerçeveyi kanun hükümleriyle uyumlu biçimde oluşturmuştur.

Ara dinlenmesine ilişkin düzenleme, hukuki nitelik bakımından nispi emredici bir hüküm karakteri taşımaktadır. Bu tür bir düzenlemenin doğal sonucu olarak, taraflar 68. maddede öngörülen asgari sınırların altına inemez, ancak bu sınırların üzerine çıkacak şekilde işçi lehine daha geniş dinlenme süreleri kararlaştırabilirler. Başka bir ifadeyle, tarafların karşılıklı mutabakatı bulunsa dahi, 68. maddede belirlenen asgari koşulların gerisinde bir ara dinlenmesi süresinin uygulanması hukuken mümkün değildir (Ekonomi, 2014).

İşveren, sahip olduğu yönetim yetkisi çerçevesinde ara dinlenmesinin işçi tarafından hangi zaman diliminde kullanılacağını belirleme hakkına sahiptir. Ara dinlenmesinin temel amacı, günlük çalışma yükümlülüğünü yerine getiren işçinin belirli bir süre işine ara vererek dinlenmesini sağlamak ve ardından yeniden çalışmaya dönmesini temin etmektir. Bu nedenle, söz konusu dinlenme süresinin çalışma süresinin makul ve ortalama bir bölümünde kullandırılması gerekir. Buna karşılık, ara dinlenmesinin işçinin işe geç başlaması veya işten erken ayrılması şeklinde uygulanması, düzenlemenin amacına uygun düşmemekte ve dinlenme aralığının işleviyle bağdaşmamaktadır (Çelik vd., 2023).

İş Kanunu'nun 68. maddesi uyarınca, işveren yönetim hakkını kullanarak ara dinlenmesinin tüm işçilere aynı anda, ya da nöbetleşe, gruplar hâlinde veya sırayla kullandırılmasına karar verebilir. Bu nedenle ara dinlenmesinin işyerindeki bütün çalışanlar tarafından ortak bir zaman diliminde kullanılması yönünde bir zorunluluk bulunmamaktadır. İşveren, işyerinin organizasyon yapısı, üretim süreci ve bölümlerin farklı ihtiyaçları doğrultusunda ara dinlenmesinin aynı ya da farklı zamanlarda kullandırılmasına serbestçe karar verebilir. Ancak bu yetkinin kullanımı sırasında işverenin, eşit davranma borcuna uygun hareket etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla ara dinlenmesinin farklı zamanlarda kullandırılmasına ilişkin ayrımın, işçilerin farklı bölümlerde çalışması veya farklı nitelikte iş görmesi gibi nesnel ve makul sebeplere dayanması gerekir. İşveren, ara dinlenmesinin farklı zamanlarda kullandırılmasına yönelik düzenlemeleri bireysel veya toplu iş sözleşmeleri, işyeri iç yönetmelikleri ya da yerleşik işyeri uygulamaları aracılığıyla hayata geçirebilir (Tulukçu, 2012).

İş Kanunu'nun 68. maddesinin son fıkrası uyarınca ara dinlenmesi çalışma süresinden sayılmaz. Bu özellik, ara dinlenmesini kanunda düzenlenen diğer dinlenme sürelerinden ayıran temel unsurlardan biridir. Hafta tatili, yıllık izin ile ulusal bayram ve genel tatil günlerinde işçi fiilen çalışmasa dahi ücret hakkı devam etmektedir. Buna karşılık, ara dinlenmesi günlük çalışma süresi içinde kullanılan bir mola niteliğinde olduğundan, işçi bu süre zarfında çalışmadığı için bu zaman dilimine ilişkin herhangi bir ücret talep edemeyecektir (Süzek, 2018).

İş Kanunu'nun 68. maddesinde belirtilen ara dinlenme sürelerinin hangi zaman diliminde kullandırılacağı, işverenin yönetim yetkisi çerçevesinde belirlenir. Ancak uygulamada zaman zaman görüldüğü üzere, işçilerin çalışma süresi boyunca ara vermeksizin sürekli çalıştırılması hukuka aykırıdır. Nitekim aynı Kanun'un 104. maddesi, 68. maddede öngörülen ara dinlenmesi hükümlerine uymayan işveren veya işveren vekillerine idari para cezası uygulanacağını açıkça düzenlemektedir (Akyiğit, 2024).

SONUÇ

Dinlenme hakkı, çalışma yaşamının insan onuruna ve sağlığına uygun biçimde sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir sosyal haktır. İş hukukunun tarihsel gelişiminde işçilerin korunması amacıyla ortaya çıkan bu hak, günümüzde hem ulusal hem de uluslararası normlar tarafından güvence altına alınmış durumdadır. İşçinin hukuki bağımlılık ilişkisi içinde çalışması, onun işveren karşısındaki güçsüz konumunu pekiştirmekte; bu nedenle çalışma sürelerinin sınırlandırılması ve uygun dinlenme olanaklarının sağlanması, sosyal devlet ilkesinin bir gereği olarak önem taşımaktadır. Anayasa'nın 50. maddesi ile güvence altına alınan dinlenme hakkı, İş Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle somutlaştırılarak işçilerin fiziksel ve zihinsel bütünlüğünün korunmasına hizmet etmektedir. Bu kapsamda günlük çalışma süresi içinde verilen ara dinlenmesi, dinlenme hakkının temel araçlarından biridir. Ara dinlenmesi, yalnızca işçinin yemek, içme, tuvalet gibi zorunlu ihtiyaçlarını karşılamasına değil, aynı zamanda yoğun çalışma temposunun yaratabileceği yorgunluk, dikkat dağınıklığı ve iş kazası riskinin azaltılmasına da hizmet etmektedir. 4857 sayılı İş Kanunu'nun 68. maddesi ara dinlenmesinin süresini ve uygulanma esaslarını belirleyerek hem işveren hem de işçi bakımından bağlayıcı bir çerçeve oluşturmuştur. Bu düzenlemenin nispi emredici nitelikte olması, işçinin aleyhine azaltılamayacağı ancak lehine genişletilebileceği anlamına gelmektedir. Böylece işçilerin asgari dinlenme güvencesi korunmuş olmaktadır. İşveren, yönetim yetkisi kapsamında ara dinlenmesinin zamanlamasını belirleme serbestisine sahip olmakla birlikte, bu yetkiyi eşit davranma borcu doğrultusunda ve işin gereklerine uygun biçimde kullanmakla yükümlüdür. Ara dinlenmesinin çalışma süresinden sayılmaması ise, diğer dinlenme sürelerinden farklı bir hukuki sonuç yaratmakta, bu süre için ücret ödeme

yükümlülüğünü ortadan kaldırmaktadır. Bununla birlikte, ara dinlenmesi uygulamasının ihmal edilmesi, Kanun'un 104. maddesi uyarınca idari yaptırımların uygulanmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak, ara dinlenmesi düzenlemesi, hem işçinin sağlığını ve güvenliğini koruyan hem de çalışma ilişkilerinde dengeli bir düzenin sağlanmasına katkı sunan önemli bir iş hukuku düzenlemesidir. Etkin bir biçimde uygulandığında, işçinin verimliliğini artırmakta, iş kazalarını azaltmakta ve çalışma barışının sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu yönleriyle ara dinlenmesi, iş hukukunun temel koruyucu işlevinin somut bir yansıması olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Akyiğit, E. (2024). İş Hukuku. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
Çelik, N., Caniklioğlu, N., Canbolat, T. ve Özkaraca, E. (2023). İş hukuku dersleri (36.baskı). İstanbul: Beta.
Ekonomi, M. (2014). Ara Dinlenmesine İlişkin İş Kanunu'nda Öngörülen Süreler ve Yargıtay Kararı. Legal İş Hukuku ve Sosyal Güvenlik Hukuku Dergisi, 11(42), 21-40.
Süzek, S. (2018). İş hukuku (16.baskı). İstanbul: Beta.
Tulukçu, B. (2012). İş Hukukunda Dinlenme Hakkı. Ankara: Adalet Yayınları.

FEAR OF MISSING OUT IN FINANCIAL INVESTMENT DECISIONS

Refik Erdem KOÇ
Kocaeli University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, 41001 İzmit, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-9863-7012

ABSTRACT

The primary objective of this study is to investigate the level of Fear of Missing Out (FOMO) among individuals in the context of financial investment decision-making processes and to reveal the relationship between this psychological construct and socio-demographic variables. Specifically, this research empirically investigates the processes through which banks, utilizing mobile applications, promotional campaigns, and instant notification mechanisms, trigger the perception of missing out on current opportunities among customers, and examines the resultant impact of this perception on individuals' financial decision-making processes. The research was designed in accordance with a quantitative research design. A highly structured questionnaire was employed as the data collection instrument. Data collected from the study's sample of 180 bank customers were analyzed using the SPSS 25 statistical package program. The statistical analyses conducted revealed that the perceived FOMO levels of female participants were significantly higher than those of male participants. It was also observed that individuals' FOMO levels tended to decrease with advancing age. In terms of educational attainment, university graduates demonstrated the highest level of FOMO. Furthermore, it was determined that FOMO generates effects such as anxiety, social comparison, and hasty decision-making in individuals, and that these effects become more pronounced with increased digitalization.

The findings scientifically demonstrate that FOMO transcends being a phenomenon limited solely to social interactions or social media; it has emerged as a determining factor in critical domains such as banking, where it can directly affect an individual's financial well-being and economic decisions. In light of these results, scientifically-based recommendations have been developed concerning both the improvement of individual financial behaviors and the contexts of marketing ethics and digital communication strategies within the banking sector.

Keywords: Fear of Missing Out, Consumer Behaviour, Financial Investment

FİNANSAL YATIRIM KARARLARINDA GELİŞMELERİ KAÇIRMA KORKUSU

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, finansal yatırımlara yönelik karar alma süreçlerinde, bireylerin gelişmeleri kaçırma korkusu (FOMO) düzeylerini incelemek ve bu psikolojik yapının sosyo-demografik değişkenlerle olan ilişkisini ortaya koymaktır. Çalışma, özellikle bankaların mobil

uygulamalar, kampanyalar ve anlık bildirim mekanizmaları aracılığıyla müşterilerde yarattığı günceli ve fırsatı kaçırma algısının tetiklenme süreçlerini ve bu algının bireylerin finansal karar verme süreçleri üzerindeki etkisini ampirik olarak araştırmayı hedeflemektedir. Araştırma, nicel araştırma desenine uygun olarak tasarlanmıştır. Veri toplama aracı olarak, yüksek düzeyde yapılandırılmış bir anket formu kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini oluşturan 180 banka müşterisinden toplanan veriler, SPSS 25 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen istatistiksel analizler neticesinde, kadın katılımcıların algılanan FOMO düzeylerinin, erkek katılımcılara göre anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bireylerin yaşı ilerledikçe FOMO seviyelerinin azalma eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir. Eğitim durumu açısından bakıldığında ise, üniversite mezunlarının en yüksek FOMO düzeyine sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte, FOMO'nun bireylerde kaygı, sosyal karşılaştırma ve aceleci karar alma gibi etkiler yarattığı; dijitalleşme ile birlikte bu etkilerin daha da görünür hale geldiği anlaşılmıştır. Elde edilen bulgular, FOMO'nun sadece sosyal etkileşimler veya sosyal medya ile sınırlı bir olgu olmanın ötesine geçerek, bireyin finansal refahını ve ekonomik kararlarını doğrudan etkileyebilen bankacılık gibi kritik alanlarda da belirleyici bir etken haline geldiğini bilimsel olarak ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar ışığında hem bireysel finansal davranışların iyileştirilmesi hem de bankacılık sektöründe pazarlama etiği ve dijital iletişim stratejileri bağlamında bilimsel temelli öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gelişmeleri Kaçırma Korkusu, Tüketici Davranışı, Finansal Yatırım

1. INTRODUCTION

The digital age we live in is witnessing radical changes in the delivery and consumption of financial services. The banking sector, breaking away from its traditional structure, has transformed into a dynamic ecosystem offering customers almost instantaneous information flow and unlimited product options through FinTech (Financial Technology) innovations and AI-powered platforms. The rapid pace of technological advancements has turned the desire of individuals to closely follow current developments and adapt to innovations into a mental and psychological burden. This situation has significantly increased the pressure of "Financial FOMO," the psychosocial phenomenon known in academic literature as "Fear of Missing Out," on individual investors and bank customers (Liew 2021).

Fear of Missing Out (FOMO) is a situational anxiety that arises from an individual's perception that other actors in their social environment are having more positive, rewarding, or meaningful experiences than they themselves are. This psychosocial phenomenon, whose conceptual origins date back to the early 2000s, has significantly increased its social and scientific visibility, particularly with the proliferation of Web 2.0 technologies and social media platforms

(Facebook, Instagram, X, etc.) (Przybylski et al. 2013). FOMO is defined as a central motivational state reflecting an individual's need to constantly exhibit cognitive hypervigilance and their fear of social exclusion or missing a significant opportunity. This situation stems from the constant testing of an individual's fundamental psychological needs, such as social acceptance and belonging, in the digital environment.

Financial FOMO is an emotional state that arises from an individual's anxiety about being unaware of or missing out on potential gains, investment opportunities, or significant financial innovations within their social circle or in the financial markets (Hershfield 2020). This anxiety is particularly amplified by banks constantly promoting new digital products, attractive loan opportunities, or private equity funds; and reinforced by social media and the continuous display of success stories by financial influencers (Liew 2021). The importance of this concept has further increased, especially with the advent of social media. In this context, bank customers tend to act as if they are experiencing a loss, perceiving that others are benefiting from high interest rates, cryptocurrency rallies, or uniquely personalized banking services (Tandon et al. 2021). Even if the individual does not experience an actual loss, they experience the potential gain as a psychological loss.

The significance of this situation for the banking sector lies in the fact that Financial FOMO fundamentally affects not only individual psychology but also customer behavior patterns and the bank-customer relationship. A bank customer acting on the FOMO motive may: (1) take unnecessary risks (e.g., invest in a leveraged product they don't fully understand), (2) have high transaction volumes (constantly checking their accounts and making unnecessary purchases/sales), and (3) exhibit disloyalty (quickly switch to another bank offering a "cooler" or more up-to-date product) (Potsaid et al. 2022). Empirical studies show that such emotional impulses lead to financial decisions not based on rational grounds and negatively impact individual portfolio performance in the long term (Kim et al. 2023).

The fear of missing out (FoMO) can lead individuals to believe that others are making high gains and to trade in relevant markets to avoid missing out on those gains. In other words, this situation can influence individuals' financial investment decisions, leading to the development of herd behavior in some markets (Hershfield 2020). On the other hand, Kristoufek (2013) suggests that the media constantly emphasizes the global interest and demand for Bitcoin among cryptocurrencies, and as a result, FoMO is the main driving force in speculative Bitcoin investments. Gupta and Shrivastava (2022) conducted research to understand the impact of loss aversion and herd behavior on the investment decisions of retail investors. The results of this study revealed that the investment decisions of retail investors are significantly influenced by

loss aversion, herd behavior, and FOMO. Potsaid and Venkataraman (2022) conducted research to measure investors' sensitivity to the fear of missing out (FOMO) and found that investors with high FOMO reacted more negatively to trading restrictions than those with low FOMO but were relatively less affected by the inability to make a profit compared to the inability to incur a loss. Considering these aspects, examining FOMO within the scope of behavioral finance and investigating its effects on investors will contribute to the relevant literature and lay the groundwork for future studies.

The contemporary banking sector is characterized by the relentless nature of financial innovation, the rapid increase in product diversity, and the increasingly fierce global competition. In such rapid change, the tendency of individuals to act on the fear of missing out (FOMO) directly affects both customer behavior and the operational and roadmap approaches of banks. However, given the powerful impact of Financial FOMO, it is noteworthy that there are very few studies in academic literature that systematically and in-depth examine the effects of this phenomenon on the unique conditions of the banking sector and the intensive use of digital banking services. Most existing research focuses on general investment markets or social media usage. It is critical for banks to understand and manage this concern in terms of customer experience design, risk management, and ethical marketing strategies. This gap prevents banks from building healthier and more sustainable relationships with their customers by avoiding approaches that trigger FOMO and instilling financial literacy and rational long-term planning. The extent to which FOMO (Fear of Missing Out) alters rational decision-making processes, particularly in individuals who frequently use digital financial services offered by banks, is a significant research topic. Therefore, this study aims to examine the levels of Financial FOMO among bank customers and to reveal the relationship between this psychological construct and socio-demographic variables.

2. MATERIAL AND METHODS

The main objective of this research is to systematically examine the levels of "Fear of Missing Out (FOMO)" among individuals using banking services and to reveal the relational structure of these levels with demographic variables (gender, age, education level, etc.). In this context, the study aims to present an analytical approach to identify the antecedent factors of this psychosocial structure in order to understand the potential effects of FOMO on financial behavior.

The study's population consists of all individuals in the Republic of Turkey who actively use banking services and interact with digital banking applications. This population represents a broad consumer base, particularly those interacting with current financial technologies. The

study sample was determined using a convenience sampling method. This method was chosen considering ease of access and cost/time effectiveness. A total of 180 individuals participated in the study. Participants ranged in age from 18 to 60. This wide range allows for the examination of financial FOMO levels among individuals at different stages of their lives. The sample consisted of 55% female and 45% male participants. Participants' educational levels varied, ranging from high school to undergraduate and graduate. Furthermore, the entire sample consisted of active digital banking customers. The data collection process in this study was carried out through a pre-structured questionnaire. This form consists of two main sections designed to obtain the necessary information for the study's objectives. The first section of the questionnaire focused on determining the participants' basic demographic characteristics and relevant control variables. In this context, data on variables such as age, gender, and educational status were collected. The second section of the questionnaire used the Fear of Missing Out (FOMO) Scale, developed by Przybylski et al. (2013) and adapted into Turkish, which is the main variable of the study. The scale consists of 19 items that measure an individual's anxiety about missing out on financial investments developing in their social environment. Participants indicated their responses to the items using a 5-point Likert scale, generally ranging from 1 (Strongly Disagree) to 5 (Strongly Agree). The data collected within the scope of this research were analyzed using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 25.0 program for statistical analysis.

3. RESULTS AND DISCUSSION

To test the hypotheses of the research and to reveal the relationships between the variables, t-tests, ANOVA, and correlation analyses were performed. The internal consistency of the FOMO Scale used in the research was analyzed, and the Cronbach Alpha coefficient was calculated as 0.88. In the context of social science methodology, a value of 0.70 and above indicates that the scale has an acceptable level of reliability (Nunnally and Bernstein, 1994), while the obtained value of 0.88 shows that the scale has extremely high internal consistency and strongly supports the reliability of the data collection instrument. The overall arithmetic mean obtained by the participants from the FOMO Scale was determined as 3.60 on a 5-point Likert scale. This average value is above the theoretically determined midpoint of 3.00 and indicates that individuals using banking services experience a moderate to upper-middle level of fear of missing out. This finding strongly indicates that, in the digitalized financial environment, individuals' anxiety about missing out on potential opportunities is generally high. Information regarding the gender distribution of the sample participating in the research is presented in Table 1.

Table 1. Gender Distribution of the Research Sample

Gender	Frequency (n)	Percentage (%)
Female	99	55%
Male	81	45%
Total	180	100%

When the demographic structure of the sample group was examined, it was determined that the majority of participants were female individuals. Of the total 180 participants, 55% (n=99) were women and 45% (n=81) were men. The results of the independent samples t-test analysis based on the gender variable are presented in Table 2.

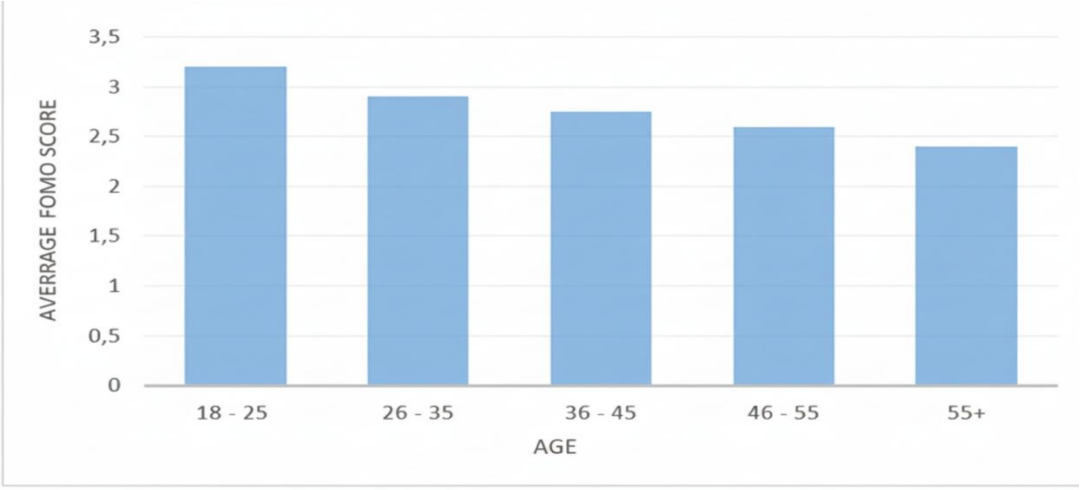
Table 2. T-Test Results for Fear of Missing Out (FOMO) Levels by Gender

Gender	n	Mean	Standard Deviation	t	P
Female	99	3.78	0.82	2.05	0.041*
Male	81	3.40	0.75		

*n=180, Since $p < 0.05$, the difference is statistically significant.

An independent samples t-test was conducted to examine the effect of gender on the levels of Fear of Missing Out (FOMO) (Table 2). According to the analysis results, the mean FOMO score of female participants (Mean=3.78, SD=0.82) is statistically significantly higher than the mean score of male participants (Mean=3.40, SD=0.75). This finding indicates that female individuals who actively use banking services experience fear of missing out on potential financial opportunities (FOMO) more intensely compared to men. The evaluation based on age groups is presented in Table 3:

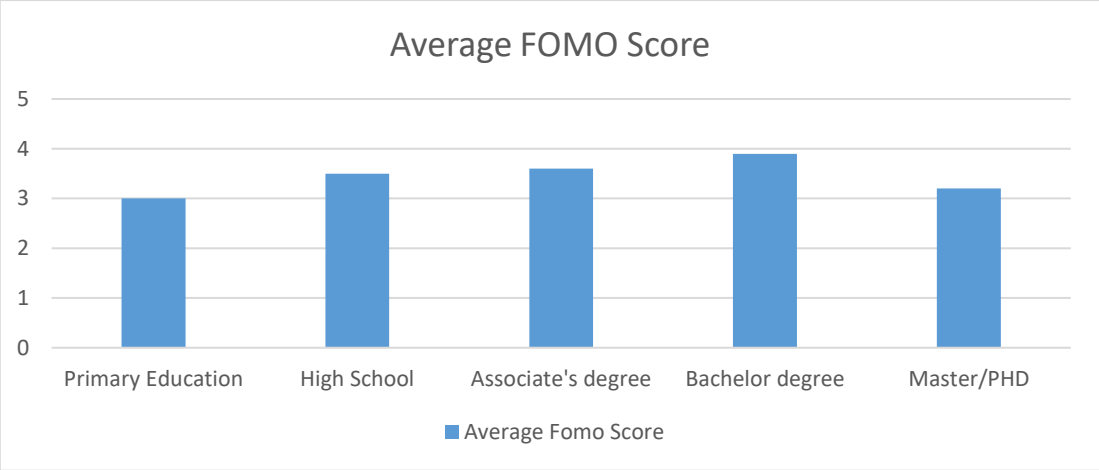
Table 3. Mean FOMO Level by Age Range



The presented graph shows the arithmetic mean scores of the Fear of Missing Out (FOMO) levels of banking customers participating in the study, according to their age ranges. These findings reveal trends indicating an inverse relationship between age and FOMO level. Examining the graph, it is clearly observed that there is a regular decrease in average FOMO scores as the age of the participants increases. The young adult group aged 18-25 has the highest average FOMO score (3.2). This finding indicates that this age group experiences the most intense anxiety about missing out on digital interaction, social comparison, and rapidly changing financial/social opportunities. This high level is consistent with the constant need for connection and the fear of social exclusion, which are generally considered characteristic of digital natives in literature. Average FOMO scores gradually decrease with age. The average FOMO score of participants aged 55 and over (2.4) represents the lowest level among all groups examined. This situation can be attributed to psychosocial maturity factors such as older individuals having less dependence on digital platforms and instant information flow, having more established financial goals, and being less sensitive to social comparison. A Post-Hoc (Multiple Comparison) test was applied to determine which specific age groups showed differences in FOMO levels. The Post-Hoc test results reveal the source of the significant difference between age groups in detail. The highest and most statistically significant difference in FOMO levels was found between the 18-25 age group and the 55 year and older age group ($p = 0.001$). This confirms that the FOMO level of the youngest adult group is significantly higher compared to the oldest group. The FOMO level of the 18-25 age group is also statistically significantly higher than that of the 46-55 age group ($p = 0.038$). Comparisons between other age groups (e.g., 18-25 years vs. 26-35 years; 26-35 years vs. 55+ years), even when showing average differences, did not exceed the threshold of statistical significance. This suggests that

the decrease in FOMO is sharper during the transition from youth to middle age. The analysis based on education level is presented in Table 4.

Table 4. Mean FOMO Level by Educational Level



The main observations obtained based on the graph are as follows:

• Lowest FOMO Level: The group with the lowest average FOMO score is primary school graduates.

• Highest FOMO Level: The groups with the highest average FOMO scores are associate and bachelor's degree graduates (both slightly above 3.5, but bachelor's degree graduates appear to have the highest).

• Bachelor's degree graduates appear to have higher FOMO levels than both high school and master's/doctoral degree graduates. • The average FOMO score of individuals at the master's/doctoral level shows a slight decrease compared to bachelor's and associate degree graduates.

In general, while an increase in FOMO scores is observed from primary school to bachelor's degree, this score is seen to decrease slightly again in postgraduate education.

4. CONCLUSIONS

This study examines the levels of fear of missing out (FOMO) among customers using banking services in their decision-making processes regarding financial investments, and reveals the relationship between this psychological structure and socio-demographic variables. The results support the idea that FOMO can have a significant impact on individuals' financial behavior. In general, the study shows that customers who utilize banking services experience high levels of FOMO. It was found that female individuals who actively use banking services experience FOMO more intensely than male individuals. The reasons for women exhibiting higher FOMO can generally be explained by a combination of social and psychological factors. This may be a result of women exhibiting greater sensitivity to social norms, peer group experiences, and

current market developments in their investment decisions, and their tendency towards social comparison (Kahyaoğlu 2011). Social media and social circles can create a more intense tendency for comparison among women regarding consumption, lifestyle, and financial success (or failure) (Olsen et al. 2001; Dwyer et al. 2002; Öncü et al. 2017). However, women may place more value on advice from their social circles when making investment decisions (Embrey et al., 1997; Jianakoplos et al. 1998). This can increase the likelihood of acting out of fear of missing out and following peer trades, rather than relying on rational investment analysis. Furthermore, even without a general lack of financial literacy, some research suggests that women may have lower financial self-confidence than men (Fisher et al. 2017; Hallahan et al. 2004; Lemaster et al. 2014; Neelekantan, 2010). This insecurity, combined with difficulty understanding the complex movements of the market and the fear of "making the wrong decision," triggers FOMO.

Another important finding of the study is that individuals aged 18-25 showed a greater tendency towards FOMO compared to other age groups. These findings can be explained by the fact that young individuals are more active in the digital world and more open to social comparisons. This group is the most intensive user of social media platforms. Financial "success stories" (e.g., crypto or stock market gains) spread rapidly on these platforms, creating a desire for instant wealth and a push to act under peer pressure in young people. Individuals in this age group may not yet have developed financial literacy and long-term investment experience. This inexperience can weaken their ability to think critically about populist or risky investment trends. In the early stages of their careers, individuals often seek quick gains that will yield results in the short term, rather than long-term retirement or savings goals. FOMO can fuel precisely this pursuit of short-term excitement (Thomas et al. 2012).

However, FOMO levels were found to be higher among undergraduate graduates compared to other educational levels. High FOMO levels were also observed among master's and doctoral graduates. This finding suggests that, in the context of financial services and banking, even educated individuals may be prone to making irrational decisions. University graduates generally have higher financial expectations for themselves and their careers. Higher levels of education can enhance individuals' ability to follow and understand complex financial news and investment opportunities. However, this increased flow of information can also fuel the fear of "missing out" and thus missing an investment opportunity (FOMO).

Furthermore, the differences observed in FOMO depending on education and age levels indicate that individuals' sensitivity to digital content varies. This situation can be directly related to digital literacy, media consumption, and psychological resilience. Individuals who

witness rapid price increases, particularly in stock markets, crypto assets, or increasingly popular mutual funds, may invest without sufficient research or exceeding their risk tolerance due to the fear of "missing out" (Liew 2021). The fear of missing out overrides rational financial planning, leading to emotional, hasty, and high-risk decisions. This often manifests as transactions resulting in losses during short-term fluctuations (Kim et al. 2023).

To minimize the negative effects of FOMO in the context of banking services, individuals are advised to adopt sound financial discipline. Creating a personalized investment strategy tailored to individuals' risk tolerance, goals, and time horizons can prevent decisions made on the go. Conducting thorough research and understanding fundamental financial principles before engaging in an investment opportunity or receiving banking services enables informed decision-making rather than emotional reactions. In conclusion, within the dynamic structure of banking and financial markets, combining emotional intelligence with financial literacy can be beneficial in protecting individuals from the potential pitfalls of FOMO.

Banks can assume various roles to prevent their customers from making irrational decisions due to financial FOMO (Fear of Missing Out) and to support their financial well-being. The most important areas for banks to focus on are financial literacy training and responsible product design. FOMO is often fueled by ignorance or misunderstanding (Hershfield 2020). Banks can encourage customers to make rational financial decisions, free from emotional reactions, by providing training in areas such as the basic principles of investing, the mechanism of compound interest, and long-term savings strategies based on responsible lending. Financial advisory services can guide customers in developing personalized, rational investment strategies based on their risk tolerance and long-term financial goals, without being swayed by the allure of popular trends. In banking practices, it is recommended to use instant notifications or pop-up alerts to warn customers about emotional decisions during transactions with high market volatility or excessive risk. Furthermore, a waiting period for rational evaluation can be mandated. In the banking sector, it is recommended to avoid manipulative language and tactics that create urgency in product and service communication, as these can fuel customers' FOMO (Fear of Missing Out) tendencies. Providing full and complete transparency regarding the risks, fee structures, and potential returns of all financial products offered is crucial. Especially when introducing limited-time offers or high-yield investment instruments, it is recommended to avoid using overly urgent or coercive language that triggers FOMO. Additional security and approval mechanisms can be implemented on digital platforms and mobile applications to make it more difficult for customers to quickly and instantly purchase high-risk financial instruments (speculative stocks, derivatives, etc.) that far exceed their defined risk tolerance. These

strategies can also be a positive indicator that banks prioritize protecting their customers' long-term financial health and assuming a reliable financial partner role in the sector, rather than focusing solely on short-term commercial goals.

For customers aged 18-25, where FOMO (Fear of Missing Out) levels are highest, financial education for young people can be presented through short, engaging, and mobile-friendly videos or infographics in a format suitable for popular platforms like TikTok or Instagram Reels. This content can effectively convey basic financial lessons with titles such as "The Dangers of Investing with FOMO." Micro-investing and automated savings products can be offered to customers, especially young people, to help them develop regular and diversified investment habits. These tools can be effective in reducing the feeling of missing out caused by FOMO by making it easier to get started without requiring large capital. For every new and popular financial product launched, it is crucial to present the risks in an understandable and simple way, especially to users aged 18-25. In this context, visualized and simplified metrics such as "risk score" or "volatility indicator" can be used. Digital awareness training can help individuals develop awareness against social comparison and opportunity pressures.

This study has several important limitations. The most significant limitation is that the research was conducted only on customers who actively use digital banking applications. Furthermore, the limited sample size is considered another important limitation. To increase the generalizability of the findings, future studies should include different sectors and larger sample groups to obtain more in-depth results.

REFERENCES

Arano, K., Parker, C.,Terry, R. (2010). Gender-based risk aversion and retirement asset allocation. Economic inquiry, 48(1), 147-155.

Bannier, C. E., Neubert, M. (2016). Gender differences in financial risk taking: The role of financial literacy and risk tolerance. Economics letters, 145, 130-135.

Beckmann, D.,Menkhoff, L. (2008). Will women be women? Analyzing the gender difference among financial experts. Kyklos, 61(3), 364-384.

Dwyer, P. D., Gilkeson, J. H., List, J. A. (2002). Gender differences in revealed risk taking: evidence from mutual fund investors. Economics letters, 76(2), 151-158

Embrey, L. L.,Fox, J. J. (1997). Gender differences in the investment decision-making process. Journal of Financial Counseling and Planning, 8(2), 33.

Faff, R. W., Hallahan, T., McKenzie, M. D. (2004). An empirical investigation of personal financial risk tolerance. Financial Services Review, 13(1), 57-79.

Fisher, P. J.,Yao, R. (2017). Gender differences in financial risk tolerance. Journal of Economic Psychology, 61, 191-202.

Grable, J. E. (1997). Investor risk tolerance: Testing the efficacy of demographics as differentiating and classifying factors.

Hershfield, H. (2020). How availability bias and FOMO can impact financial decision-making. Avantis Investors, 24, 1-3.

Jianakoplos, N. A., & Bernasek, A. (1998). Are women more risk averse?Economic inquiry, 36(4), 620-630.

Kahyaoğlu, M. B. (2011), Yatırım Kararlarına Etki Eden Çeşitli Duygusal ve Psikolojik Faktörlere Maruz Kalma Düzeyi Üzerinde Cinsiyetin Rolü: İMKB Bireysel Hisse Senedi Yatırımcıları Üzerine Bir Uygulama, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 29–51.
Kim, J.,Kim, H. (2023). Fear of Missing Out (FOMO) and excessive trading behavior in stock markets. Journal of Behavioral Finance, 24(1), 32-48.
Lemaster, P.,Strough, J. (2014). Beyond Mars and Venus: Understanding gender differences in financial risk tolerance. Journal of Economic Psychology, 42, 148-160.
Liew, M. (2021). Social Media and Financial Decision Making: The Rise of Finfluencers and Financial FOMO. Routledge.
Neelakantan, U. (2010). Estimation and impact of gender differences in risk tolerance. Economic inquiry, 48(1), 228-233.
Olsen, R. A., Cox, C. M. (2001). The influence of gender on the perception and response to investment risk: The case of professional investors. The journal of psychology and financial markets, 2(1), 29-36.
Öncü, M. A., Özevin, O. (2017), Kadınların Yatırım Alışkanlıklarının Davranışsal Finans Açısından Değerlendirilmesi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 16(61): 583–601.P
Thomas, T. C., Rajendran, G. (2012). BB&K five-way model and investment behavior of individual investors: Evidence from India. International Journal of Economics and Management, 6(1), 115-127.
Venkataraman, S. (2022). Trading restrictions and investor reaction to non-gains, non-losses, and the fear of missing out: Experimental evidence. Journal of Behavioral and Experimental Finance, 33, 100597.

SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVACILIK YAKITLARI (SAF) KULLANIMININ GELECEK ÖNGÖRÜLERİ VE TÜRK HAVA YOLLARI İLE PEGASUS HAVAYOLLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Resc. Assist. Ezgi Begüm AKINCI
Gumushane University, School of Applied Sciences, 29600 Kelkit, Gumushane
ORCID: 0000-0003-1925-8303
Assoc. Prof. Dr. Elif KORUYUCU
Eskisehir Technical University, Vocational School of Information Technologies, 26555 Tepebaşı, Eskişehir
ORCID: 0000-0001-9217-382X

ÖZET

Sivil havacılık sektörü, küresel ölçekte hem ekonomik büyümenin hem de karbon emisyonlarının en hızlı artış gösterdiği alanlardan biridir. Sektörün 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşabilmesi büyük ölçüde sürdürülebilir havacılık yakıtlarının (SAF) yaygınlaşmasına bağlıdır. Bu çalışma, Türkiye'nin iki büyük havayolu şirketi olan Türk Hava Yolları (THY) ve Pegasus Havayolları'nın 2024 yılı sürdürülebilirlik raporlarını inceleyerek, her iki şirketin SAF uyarlaması, karbon nötrlük hedefleri ve iklim stratejilerini karşılaştırmalı olarak analiz etmektedir. Çalışma, doküman analizi yöntemiyle şirket raporlarını, uluslararası kuruluşların (IATA, IEA, AB ReFuelEU) politika belgelerini ve güncel akademik literatürü birlikte değerlendirmektedir. Bulgular, THY'nin SAF stratejisinde uzun vadeli tedarik anlaşmaları, yerli üretim girişimleri gibi daha makro ve yatırımcı odaklı bir yaklaşım sergilediğini göstermektedir. Pegasus ise daha operasyonel bir yol izlemekte, genç filosu ve erken dönemde başlattığı SAF harmanlı uçuş uygulamalarıyla kademeli bir geçiş modeli benimsemektedir. Her iki havayolunun da 2050 net sıfır hedefi bulunmakla birlikte, SAF kullanım oranları küresel arz ve maliyet kısıtları nedeniyle henüz sınırlıdır. Sonuçlar, SAF'ın pahalı ve ölçeklenmesi güç bir çözüm olduğunu, ancak filo gençleştirme, operasyonel verimlilik ve sürdürülebilir finans mekanizmaları ile birlikte ele alındığında anlamlı dönüşüm sağlayabildiğini ortaya koymaktadır. THY ve Pegasus'un, Türkiye'nin 2050 iklim hedefleri ile uyumlu bir şekilde, yalnızca SAF tüketicisi değil aynı zamanda SAF ekosisteminin şekillenmesinde aktif rol alan aktörler olarak konumlanması, sektörün düşük karbonlu dönüşümü için kritik görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir havacılık yakıtı, SAF, Türk Hava Yolları, Pegasus

FUTURE PROJECTIONS OF SUSTAINABLE AVIATION FUELS (SAF) USE AND A COMPARATIVE ANALYSIS OF TURKISH AIRLINES AND PEGASUS AIRLINES

ABSTRACT

The civil aviation sector is one of the areas experiencing the fastest growth in both economic growth and carbon emissions globally. The sector's ability to achieve its net-zero emissions target by 2050 depends largely on the widespread adoption of sustainable aviation fuels (SAF). This study examines the 2024 sustainability reports of Turkey's two largest airlines, Turkish Airlines (THY) and Pegasus Airlines, and provides a comparative analysis of both companies' SAF adoption, carbon neutrality targets, and climate strategies. The study utilizes document analysis to evaluate company reports, policy documents from international organizations (IATA, IEA, EU ReFuelEU), and current academic literature. The findings suggest that THY adopts a more macro and investor-focused approach to its SAF strategy, including long-term supply agreements and domestic production initiatives. Pegasus, on the other hand, pursues a more operational path, demonstrating a gradual transition model with its young fleet and early implementation of SAF-blended flights. While both airlines have a net-zero 2050 target, their SAF utilization rates are currently limited due to global supply and cost constraints. The results demonstrate that SAF is an expensive and difficult-to-scale solution, but can achieve meaningful transformation when combined with fleet rejuvenation, operational efficiency, and sustainable financing mechanisms. Positioning THY and Pegasus not only as SAF consumers but also as active players in shaping the SAF ecosystem, in line with Turkey's 2050 climate targets, appears critical to the sector's low-carbon transformation.

Keywords: Sustainable aviation fuel, SAF, Turkish Airlines, Pegasus

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte hava taşımacılığı, hem ekonomik büyümenin hem de sera gazı emisyonlarının en dinamik kaynaklarından biridir. Avrupa ve Dünya genelinde havayolu emisyonlarının pandemi sonrasında yeniden artış eğilimine girdiği, buna rağmen sektörün 2050 net sıfır hedefi için büyük ölçüde sürdürülebilir havacılık yakıtına (SAF) güvendiği görülmektedir. Uluslararası yolcu ve yük taşımacılığında güçlü bir ağ sunan Türk Hava Yolları (THY) ile düşük maliyetli iş modeli ile öne çıkan Pegasus Havayolları, Türkiye'nin sivil havacılıkta küresel sistemle entegrasyonunda kritik bir rol üstlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, THY ve Pegasus'un 2024 yılı sürdürülebilirlik raporları ve kamuya açık sürdürülebilirlik içerikleri üzerinden SAF uyarlamasını, karbon nötrlük hedeflerine katkısını ve bu süreci şekillendiren risk ve fırsatları karşılaştırmalı olarak tartışmaktır. Çalışma, şirket raporlarını uluslararası

literatür, IATA (International Air Transport Association), IEA (International Energy Agency), AB ReFuelEU Aviation ve benzeri politika belgelerinin ortaya koyduğu çerçeve ile birlikte ele alarak, Türkiye merkezli iki havayolunun küresel dönüşüm içindeki konumunu yorumlayıcı bir bakış açısıyla değerlendirmeyi hedeflemektedir.

2. YÖNTEM VE VERİ KAYNAKLARI

Çalışma nitel ağırlıklı bir doküman analizi olarak tasarlanmıştır. Veri kaynakları üç ana grupta toplanmıştır.

- Birinci grupta şirket raporları ve kurumsal içerikler yer almaktadır: Türk Hava Yolları'nın (THY) 2024 yılı TSRS uyumlu sürdürülebilirlik raporu ve ek performans göstergeleri ile Pegasus'un 2024 sürdürülebilirlik raporu başlığı altında yer alan metinler ve kurumsal sürdürülebilirlik sayfaları bu kapsamda incelenmiştir.
- İkinci grupta uluslararası kuruluş raporları bulunmaktadır. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (International Air Transport Association, IATA)'nın Net Zero 2050 yol haritası ve SAF bilgi notları, Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency, IEA)'nın Net Zero by 2050 senaryosu ve havacılık bölümü, Avrupa Birliği (AB)'nin ReFuelEU Aviation düzenlemesi ile Avrupa havacılık sektörüne ilişkin Destination 2050 yol haritası temel referans dokümanlar olarak kullanılmıştır.
- Üçüncü grupta ise akademik literatür yer almaktadır. Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (Sustainable Aviation Fuel-SAF) üretim teknolojileri ve çevresel performansına ilişkin derleme çalışmaları, yaşam döngüsü analizleri Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment- LCA) ve SAF'ın ekonomik fizibilitesi ile politika teşviklerini inceleyen araştırmalar taranmış, bulgular iki havayolunun stratejileri ile birlikte yorumlanmıştır.

Bu üç veri kaynağı grubu, karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada Türkiye'de önde gelen geleneksel havayolu şitketi olarak THY ve düşük maliyetli havayolu şirketi olarak ise Pegasus seçilmiştir.

3. SAF VE HAVACILIKTA KARBONSUZLAŞMA

Sürdürülebilir havacılık yakıtları, mevcut uçak ve altyapı ile uyumlu, yaşam döngüsü bazında önemli ölçüde sera gazı azaltımı sağlayan, ancak ölçeklenmesi ciddi politika ve finansman desteği gerektiren bir teknolojidir (Bell, 2025; Klimczyk, 2025). Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (HEFA), Alcohol-to-Jet (ATJ) ve Fischer–Tropsch Synthetic Paraffinic Kerosene (FT-SPK) gibi farklı üretim yollarının emisyon azaltım potansiyeli, kullanılan hammaddenin niteliğine, enerji girdisine ve tedarik zincirinin yapısına göre değiştiği için tek bir sabit azaltım oranından söz etmek mümkün olmamaktadır (Bardon, 2025; Wang, 2024).

IATA, 2050 net sıfır hedefi için havacılık kaynaklı emisyon azaltımının yaklaşık %65'inin SAF kullanımı ile sağlanacağını öngörmektedir (IATA, 2024). IEA ve Avrupa havacılık yol haritaları da benzer şekilde, 2050 yılında sektörde kullanılan yakıtın büyük kısmının düşük emisyonlu alternatiflerden oluşmasını beklemektedir (IEA, 2021; Destination 2050, 2025). Bununla birlikte, güncel üretim kapasitesinin oldukça sınırlı olduğu ve küresel SAF hacminin toplam havacılık yakıt tüketiminin çok küçük bir kısmına karşılık geldiği görülmektedir.

Ekonomik açıdan bakıldığında, SAF'ın geleneksel jet yakıtına göre genellikle iki katın üzerinde maliyete sahip olduğu, bu durumun hem havayolu bilançoları hem de bilet fiyatları üzerinde belirgin bir baskı oluşturduğu vurgulanmaktadır (Yazan, 2025; Köse, 2023). Bu nedenle devlet teşvikleri, karbon fiyatlandırma rejimleri ve sürdürülebilir finans mekanizmaları olmaksızın SAF'ın geniş çaplı yaygınlaşmasının zor olduğu ifade edilmektedir. Bu küresel arka plan, THY ve Pegasus'un SAF stratejilerini ve raporlanan uygulamalarını anlamak için temel bir çerçeve sunmaktadır.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

4.1. THY 2024 Sürdürülebilirlik yaklaşımı ve SAF kullanımı

THY, 2024 Türkiye Sivil Havacılık Sürdürülebilirlik Raporlama Sistemi (TSRS) uyumlu sürdürülebilirlik raporunda iklimle ilgili risk ve fırsatları kurumsal stratejinin merkezine yerleştirdiğini, iklim değişikliği ile mücadeleyi 2023–2033 stratejik planına eklediği görülmektedir (Turkish Airlines, 2024a). Şirket, 2050 yılına kadar karbon nötr havayolu olma hedefini filo gençleştirme, operasyonel verimlilik ve SAF kullanımı olmak üzere üç ana araç üzerinden kurgulamaktadır (Turkish Airlines, 2024).

2024 sonu itibarıyla THY filosunun önemli bir bölümünün yeni nesil uçaklardan oluştuğu ve bu oranın 2033'e doğru kademeli olarak artırılmasının planlandığı raporda vurgulanmaktadır. Yeni nesil uçakların karbon emisyonlarını birim bazda yaklaşık %15-20 oranında azaltacağı öngörülmektedir. Bu oran, literatürde yeni nesil tek koridorlu ve geniş gövdeli uçaklar için raporlanan tasarruf oranları ile uyumludur (IEA, 2021; Destination 2050, 2025). SAF açısından rapor aşağıda belirtilen üç kritik boyuta dikkat çekmektedir.

- Artan SAF kullanım zorunlulukları politika ve geçiş riski olarak ele alınmakta, ReFuelEU Aviation ve benzeri düzenlemelerin kısa ve orta vadede yakıt maliyetlerini yükselteceği değerlendirilmektedir (Turkish Airlines, 2024a; Transport & Environment, 2024).
- Uzun vadeli SAF tedariki ve yatırımlar gündeme gelmekte, yerli SAF üreticileri ile offtake anlaşmaları ve ortak yatırım modelleri değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, havayollarının sadece yakıt alıcısı değil aynı zamanda SAF ekosisteminde ortak

yatırımcı olarak konumlanmasının kritik olduğunu vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir (Bardon, 2025; Wang, 2024).

- THY'nin küresel inisiyatiflere ve deklarasyonlara katılımı öne çıkmakta, Global SAF Declaration imzacılığı ve ulusal sürdürülebilir havacılık platformlarındaki rolü raporda özellikle belirtilmektedir (Turkish Airlines, 2024a).

THY'nin TSRS raporu, bu stratejik çerçeveyi iklim senaryoları ile ilişkilendirerek, karbon fiyatlarındaki artış, SAF maliyeti ve filo yatırımları arasındaki dengeyi finansal açıdan tartışmakta, böylece klasik anlatı odaklı sürdürülebilirlik raporlarına kıyasla daha sayısal ve yatırımcı odaklı bir profil çizmektedir.

4.2. Pegasus'un 2024 sürdürülebilirlik yaklaşımı ve SAF kullanımı

Pegasus, sürdürülebilirlik raporunda ve kurumsal web sayfasında net sıfır hedefini 2050 yılına konumlandırmaktadır ve 2030 yılı için ise 2019 seviyelerine göre birim yolcu kilometre başına karbon emisyonunu %20 azaltma hedefini açıklamaktadır (Pegasus Airlines, 2024a, 2024b). Emisyon yoğunluğu göstergesi olarak gram CO_2/gelir yolcu kilometresi (RPK) verisini düzenli biçimde paylaşması, performansı uluslararası karşılaştırmalara açık hale getirmektedir.

Filo yapısı Pegasus'un iklim stratejisinde merkezi bir role sahiptir. 2024 itibarıyla filonun büyük çoğunluğunu A320/321neo tipi yeni nesil uçaklar oluşturmaktadır ve ortalama filo yaşının belirgin biçimde küresel ortalamanın altında seyrettiği görülmektedir (Pegasus Airlines, 2024a). Bu durum, düşük maliyetli iş modelinin gerektirdiği yüksek verimlilik hedefi ile çevresel performans hedeflerinin aynı yönde hareket edebileceğini göstermektedir.

SAF açısından Pegasus'un anlatısı zaman dizini içinde somut örneklerle kurulmaktadır. 2022 yılında ilk SAF harmanlı iç hat uçuşlarının gerçekleştirilmesi, 2023'te Sabiha Gökçen çıkışlı uçuşlarda SAF kullanımına başlanması ve 2024 itibarıyla Fransa ve Birleşik Krallık gibi uluslararası noktalarda SAF tedarik ağının genişlemesi, şirketin kademeli ve öğrenme odaklı bir geçiş stratejisi izlediğini göstermektedir (Pegasus Airlines, 2024b). Pegasus, SAF kullanımının kısa ve orta vadede tedarik ve fiyat kısıtları nedeniyle sınırlı kalacağını, gönüllü SAF kullanımının özellikle 2035 sonrasında zorunlu oranlarla birlikte anlamlı hacimlere ulaşacağını açık biçimde ifade etmektedir. Bu yaklaşım, literatürde vurgulanan politik ekonomi dinamikleri ile uyumludur (Yazan, 2025; Köse, 2023).

Pegasus'un sürdürülebilirlik raporunda, SAF'ın yanı sıra filo gençleştirme, operasyonel verimlilik ve yer hizmetlerinde elektrifikasyon gibi araçlar da öne çıkmaktadır. Yer hizmeti ekipmanının belirli bir kısmının elektrikli hale getirilmesi ve elektrik tüketiminin yenilenebilir enerji sertifikaları aracılığıyla dengelenmesi, karbon nötrlüğün yalnızca uçuş operasyonları ile sınırlı olmadığını, yerdeki faaliyetlerin de bu bütünün parçası olduğunu göstermektedir.

4.3. Karşılaştırmalı değerlendirme: hedefler, metrikler ve uygulama farklılıkları

THY ve Pegasus'un 2024 raporları birlikte incelendiğinde, her iki havayolunun da 2050 için net sıfır emisyon hedefi ortaya koyduğu, ancak bu hedefe giden yolda farklı stratejik vurgular yaptıkları görülmektedir. THY, TSRS uyumlu raporlama çerçevesi ve iklim senaryoları üzerinden daha makro, yatırımcı odaklı ve sistem kurucu bir yaklaşım gösterirken, Pegasus genç filo ve operasyonel verimlilik doğrultusunda daha mikro ve uygulama odaklı bir plan benimsemektedir (Turkish Airlines, 2024a; Pegasus Airlines, 2024a).

SAF stratejisi açısından bakıldığında, THY'nin SAF'ı uzun vadeli tedarik anlaşmaları, yerli üretim girişimleri ve küresel inisiyatiflere katılım üzerinden konumlandırdığı; Pegasus'un ise daha küçük ölçeğine rağmen erken dönemde somut SAF uçuşlara geçtiği söylenebilir. Her iki şirket için ortak nokta ise, mevcut durumda SAF'ın küresel arz kısıtlarından dolayı toplam yakıt tüketimi içindeki payının görece düşük olmasıdır.

Maliyet ve finans boyutunda bakıldığında THY raporunda karbon fiyatları, ReFuelEU benzeri düzenlemeler ve olası yakıt vergilerinin finansal performans üzerindeki etkileri senaryo bazlı olarak tartışmakta, bu da büyük ölçekli ağ taşıyıcısının karmaşık risk profilini yansıtmaktadır (Turkish Airlines, 2024a; Transport & Environment, 2024). Pegasus'ta ise anlatı daha çok genç filo, yüksek doluluk oranları ve birim maliyetlerin düşürülmesi etrafında şekillenmekte, SAF bu çerçeveye aşamalı biçimde entegre edilmektedir (Pegasus Airlines, 2024a, 2024b).

SONUÇ

Bu çalışma, Türk Hava Yolları ve Pegasus Havayolları'nın sürdürülebilir havacılık yakıtı kullanımında benzer hedeflere sahip olmakla birlikte oldukça farklı kurumsal yaklaşımlar benimsediğini göstermektedir. Türkiye'nin iki büyük havayolu işletmesi, 2050 için net sıfır emisyon taahhüdünü açık biçimde ortaya koymakta ve bu hedefe ulaşmada SAF kullanımını temel araçlardan biri olarak tanımlamaktadır. Ancak uygulama biçimleri, ölçekleri, finansal kapasiteleri ve stratejik öncelikleri, her iki şirketin sürdürülebilirlik yolculuğunda ayrışan yönlerini belirginleştirmektedir.

THY, kurumsal büyüklüğü ve küresel ağ yapısının gerektirdiği biçimde, SAF'ı uzun vadeli tedarik ilişkileri, yerli üretim ortaklıkları ve uluslararası girişimlerde aktif rol alma üzerinden konumlandırmaktadır. Raporlarında iklim senaryoları, karbon fiyatlandırması ve filo yatırımları gibi finansal risk ve fırsatlar ayrıntılı biçimde tartışılmakta, bu da yatırımcı odaklı ve sistem-kurucu bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Pegasus ise daha operasyonel ve uygulama odaklı bir perspektifle hareket etmekte, genç filosu, yüksek verimlilik odaklı iş modeli ve kademeli SAF geçişi ile daha pragmatik bir dönüşüm çerçevesi sunmaktadır. Şirketin erken

dönemde başlattığı SAF harmanlı uçuşlar ve farklı coğrafyalarda kurduğu tedarik bağlantıları, kademeli öğrenme ve uyum stratejisinin pratik karşılıklarını göstermektedir.

Her iki havayolunda ortak olan temel zorluk, küresel SAF arzının sınırlılığı ve yüksek maliyetlerin hem operasyonel hem finansal sürdürülebilirlik üzerinde yarattığı baskıdır. Literatürde vurgulandığı gibi, SAF'ın ölçeklenebilirliği büyük ölçüde politika teşviklerine, uluslararası düzenlemelerle uyuma ve sürdürülebilir finans mekanizmalarının güçlendirilmesine bağlıdır. Bu çalışma, THY ve Pegasus'un yalnızca SAF tüketicisi değil, Türkiye'nin 2050 iklim hedefleri ile uyumlu biçimde, SAF ekosisteminin büyümesine katkı sunabilecek aktörler olarak önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir havacılık yakıtlarının Türkiye havacılık sektöründeki rolü, tek bir çözüm olmaktan ziyade çok katmanlı bir dönüşümün parçası olarak değerlendirilmelidir. Filo gençleştirme, operasyonel verimlilik, elektrikli yer hizmetleri, finansal risk yönetimi ve ulusal üretim kapasitesinin geliştirilmesi gibi tamamlayıcı stratejilerle desteklenen bir SAF yaklaşımı, iki havayolu işletmesinin de düşük karbonlu havacılığa geçiş sürecinde kritik bir kaldıraç işlevi görmektedir. Türkiye'nin yükselen havacılık pazarında THY ve Pegasus'un bu dönüşümdeki rollerinin güçlenmesi, hem sektörel rekabet gücüne hem de ulusal iklim hedeflerine doğrudan katkı sağlayacak stratejik bir gereklilik olarak görünmektedir.

KAYNAKÇA

Bardon, P. (2025). Decarbonizing aviation with sustainable aviation fuels. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

Bell, A. (2025). Life cycle CO_2e intensity of commercial aviation with sustainable aviation fuels. Applied Energy.

Destination 2050. (2025). Destination 2050 roadmap update. ACI Europe.

International Air Transport Association. (2024). Net zero 2050: Sustainable aviation fuels fact sheet.

International Air Transport Association. (2025). Global feedstock assessment for SAF production: Outlook to 2050.

International Energy Agency. (2021). Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector.

Klimczyk, W. (2025). Sustainable aviation fuels: A comprehensive review of technologies and life cycle impacts. Energies, 18(14), 3705. https://doi.org/10.3390/en18143705

Köse, Y. (2023). An empirical analysis on the use of sustainable fuels in aviation. Journal of Aviation Studies.

Pegasus Airlines. (2024a). Sustainability. https://www.flypgs.com/en/corporate/sustainability

Pegasus Airlines. (2024b). 2024 sürdürülebilirlik raporu. Pegasus Yatırımcı İlişkileri. https://www.flypgs.com/en/investor-relations

Transport & Environment. (2024). Implementing the EU's e-SAF mandate: A first look at ReFuelEU penalties for fuel suppliers. https://www.transportenvironment.org/publications/

Turkish Airlines. (2024a). 2024 TSRS compliant sustainability report. https://www.turkishairlines.com/en-int/press-room/sustainability/

Turkish Airlines. (2024b). Sustainability at Turkish Airlines. https://www.turkishairlines.com/en-int/sustainability/

Wang, B. (2024). Sustainable aviation fuels: Key opportunities and challenges. Energy Research & Social Science.

Yazan, A. (2025). Economic feasibility of sustainable aviation fuel adoption by airline size and government incentives. Journal of Air Transport Management.

COMPARATIVE FINANCIAL EFFICIENCY OF TOURISM COMPANIES IN TURKEY AND GREECE: A MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING APPROACH

Vildan KİSTİK
Marmara University, Faculty of Economy, Department of Econometrics, 34854 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0001-6213-4619

ABSTRACT

This study provides a comparative analysis of the performance of large-scale companies operating in the tourism sector in Turkey and Greece following the pandemic. The aim of the study is to examine the impact of macroeconomic uncertainties arising from inflation and currency fluctuations on the tourism sector, specifically through companies in two competing countries, Turkey and Greece.

The analysis is based on ROA (Return on Assets) and ROE (Return on Equity) ratios, which measure the effective use of business assets and capital efficiency. The TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), CoCoSo- (Combined Compromise Solution), and Similarity-Based methods were used in the analysis process. The purpose of using these multi-criteria decision-making techniques is to provide the opportunity to evaluate company performance from different perspectives and theoretical frameworks, such as proximity to the ideal solution, weighted evaluation, and similarity to the reference profile.

The results show that Greece-based companies offer a more stable and balanced economic structure, while companies in Turkey have a more unstable financial structure. This situation is primarily due to macroeconomic instability and differences in the level of public support for the sector.

The study contributes to the literature by demonstrating that multi-criteria decision-making techniques can be applied in performance analysis at the country and company level in the tourism sector. Thus, it seeks to provide policy makers and sectoral actors with actionable insights.

Keywords: Multi-criteria decision-making (MCDM), Turkey, Greece, Tourism, Post-pandemic, Financial performance

TÜRKİYE VE YUNANİSTAN'DAKİ TURİZM ŞİRKETLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI FİNANSAL VERİMLİLİĞİ: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI

ÖZET

Bu çalışma, pandemi sonrası Türkiye ve Yunanistan'da turizm sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli şirketlerin performansının karşılaştırmalı bir analizini sunmaktadır. Çalışmanın

amacı, enflasyon ve kur dalgalanmalarından kaynaklanan makroekonomik belirsizliklerin turizm sektörü üzerindeki etkisini, özellikle iki rakip ülke olan Türkiye ve Yunanistan'daki şirketler üzerinden incelemektir.Analiz, işletme varlıklarının etkin kullanımını ve sermaye verimliliğini ölçen ROA (Varlık Verimliliği) ve ROE (Özkaynak Verimliliği) oranlarına dayanmaktadır. Analiz sürecinde TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerlik Sıralama Tekniği), CoCoSo- (Kombine Uzlaşma Çözümü) ve Benzerlik Temelli yöntemler kullanılmıştır. Bu çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılmasının amacı, ideal çözüme yakınlık, ağırlıklı değerlendirme ve referans profile benzerlik gibi farklı perspektifler ve teorik çerçevelerden şirket performansını değerlendirme fırsatı sağlamaktır. Sonuçlar, Yunanistan merkezli şirketlerin daha istikrarlı ve dengeli bir ekonomik yapı sunarken, Türkiye'deki şirketlerin daha istikrarsız bir finansal yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, öncelikle makroekonomik istikrarsızlık ve sektöre yönelik kamu desteği düzeyindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Çalışma, çok kriterli karar verme tekniklerinin turizm sektöründe ülke ve şirket düzeyinde performans analizinde uygulanabileceğini göstererek literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Yunanistan, Türkiye, Turizm, Finansal Performans

1. INTRODUCTION

Tourism has been one of the most important sectors for governments in Europe and Turkey since World War II due to its macroeconomic contributions. For many years, the tourism industry has been one of the top three export sectors.

Despite global setbacks such as COVID-19, the tourism industry has recovered quickly and continues to be a significant area of development for countries. Tourism, which is a major source of income for Mediterranean countries such as Greece, Italy, Portugal, and Turkey, also brings with it a competitive environment.

Considering the post-COVID-19 tourism efficiency of countries, some studies have shown that Turkey, Italy, Greece, and Portugal have similar efficiency and effectiveness values. Given the competitive environment that has emerged, factors affecting countries' tourism performance and their evolution over the years have begun to play a significant role. Many factors, such as countries' income levels, sociocultural structures, and policymakers' approach to the tourism sector, have become elements that directly affect the tourism industry. There are significant differences in countries' performance in terms of visitor numbers and the amount of revenue generated from tourism. This highlights the importance of implementing effective tourism policies and strategies (Doğanalp & Arslan, 2021).

According to the UNWTO, the tourism sector in the southern Mediterranean region experienced a 72% loss in revenue in the first half of 2020 following the pandemic. As the impact of the pandemic began to subside, the tourism sector experienced a rapid upturn, quickly recovering from this decline.

In coastal tourism, which experiences seasonal growth, Greece and Turkey are seen as two countries competing with each other, particularly in Europe, due to their similar cultural structures and shared coastlines. Considering the factors that determine tourism demand for both countries, there are many decisive parameters, such as inflation and the associated price levels, the effective exchange rate of the Turkish lira, the distance of tourist-sending countries from the destination countries, the political stability of the countries, and inter-country trade agreements (Pham, Trinh, Le, & Vo, 2023) (Gaberli & Akdeniz, 2024).

Although many countries experienced economic difficulties after the pandemic, this situation has been even more challenging for developing countries such as Turkey. With the rise in inflation, many sectors have been negatively affected. According to World Bank data, inflation in Turkey was measured at 12.3%, but in 2023, it was measured at a shocking 53.9%. On the other hand, Greece experienced deflation in 2020, with a downward trend of -1.25%, but recorded positive inflation of 3.46% in 2021. This situation negatively affected the cost of access to services, one of the most important factors determining tourism demand, for Turkey, but the situation was different for Greece. According to World Bank data, although it was expected that another country with a similar geographical structure and location would have similar demands due to its proximity as a destination, the total number of tourists visiting Turkey in 2020 was 15.97 million, while this number rose to 55.2 million in 2023. This represents an average increase of 245%. On the other hand, the number of tourists visiting Greece in 2020 was 7.41 million, while in 2023 this number was determined to be 32.7 million, representing an average increase of 341%. Although the total number of tourists entering Turkey is higher, Greece has experienced a faster increase in proportional terms. This highlights the importance of factors that distinguish these two countries, which have parallel supply capacities to meet tourist demand.

At this point, despite having similar geographical, cultural, and destination characteristics, the differences between Turkey and Greece in terms of economic conditions and recovery rates in the tourism sector are striking. The large differences in inflation rates have become one of the main factors driving tourism demand by directly affecting service prices. While high inflation in Turkey has increased service costs, Greece's relatively more stable price level has emerged as a factor that increases this country's competitiveness. Similarly, the rates of increase in tourist

numbers in both countries after the pandemic show that different dynamics are at play in the supply-demand balance. Although Turkey has reached higher values in terms of total tourist numbers, Greece's higher rate of increase reveals that factors such as service quality, price perception, and economic stability play a decisive role in tourism performance. In order to understand these differences and analyze the economic variables that drive the sector's development in greater depth, this study analyzes the financial performance of companies listed on the stock exchange that are directly related to tourism. Going beyond macro-level indicators, the study examines the extent to which companies operate profitably, efficiently, and sustainably. The return on assets (ROA) and return on equity (ROE) ratios used for this purpose reveal the operational efficiency and capital utilization effectiveness of companies, enabling the measurement of sectoral differences at the micro level (Lee, 2021). Furthermore, selecting only publicly traded companies strengthens the scope of the study in terms of data reliability and comparability. These companies also have the potential to represent the overall tourism performance in the country due to their position as industry leaders.

In conclusion, this study aims to reveal the financial performance of tourism-related companies in Turkey and Greece in the post-pandemic period and to establish the structural and economic differences between the tourism sectors of the two countries on a numerical basis. This enables a comparative analysis at both the micro level of companies and the macro level of countries.

1. LITERATURE REVIEW

Following the pandemic, shifting economic balances and sectoral differences have led to significant academic transformation in the tourism sector.

Academic studies examining the financial performance of major companies in the tourism industry and how this performance shapes the tourism industry, with a focus on Turkey and Greece, are available. The impact of the financial performance of companies operating in the tourism sector on the tourism industry has been examined seasonally and following the COVID-19 pandemic, and many studies have emphasized the importance of the financial performance of tourism companies (hotels, transportation, catering, etc.) for the sector (Bilici, 2019) (A. Soy, 2024) (Demiraj, Demiraj, & Dsouza, 2022) (Zhang, Xie, & Sikveland, 2021) (Qadri, ve diğerleri, 2023)

Following the COVID-19 pandemic, as tourism began to recover and show signs of growth, academic studies analyzing the changes before and after the pandemic and examining the decline and subsequent development of the tourism industry during this period have appeared in the literature (Nhamo, Dube, & Chikodzi, 2020) (Ertaş & Kırlar-Can, 2022)(Liu, Wen, Liu,

& Song, 2024) (Haque, 2024) (Langer & Schmude, 2024)(Wu, Hu, & Chen, 2022) (Michalkó, Bal, & Erdélyi, 2022).

Considering European literature, with a focus on Greece and Turkey, studies aimed at improving and developing the tourism sector, which is the main source of income for these countries, are also included in the literature (Pegkas, 2022). While some of these studies conduct macro-level examinations, others provide guidance through micro-level regional analyses (Yayla, Koç, & Dimanche, 2023) (Bayar & Yener, 2019) (Alcalá-Ordóñez, Martínez-Roget, & Vázquez-Rodríguez, 2024).

In recent years, with the rapid post-pandemic growth of the tourism sector and the recognition of the importance of decision-making processes, it has been observed that academic studies have included theoretical multi-criteria decision-making methods and econometric analyses. As the tourism sector is a structure that encompasses many parameters, the existence of multiple criteria and situations of uncertainty has increased the importance of performance analysis for both countries and businesses. For this reason, a review of the literature reveals that multi-criteria decision-making methods that focus on efficiency and performance measurement are being used (Doğantan, 2022) (Situm, 2023). Methods such as Entropy-weighted TOPSIS, VIKOR, and CoCoSo are among the multi-criteria decision-making methods frequently used in analyses such as tourism performance efficiency, investment areas, and sustainability (Pham H. T., Trinh, Le, & Vo, 2024) (Lolli, Gamberini, Rimini, & Bolognesi, 2023) (Costa & Costa). The bibliometric analysis conducted by Vatankhah et al. also shows that multi-criteria decision-making methods are becoming widespread in the field of tourism and that TOPSIS, in particular, is frequently preferred in the literature (Vatankhah, Darvishmotevali, Rahimi, Jamali, & Ebrahim, 2023).

This study primarily analyses the financial performance of large companies in the tourism sector in Turkey and Greece using multi-criteria decision-making approaches. Indicators such as ROA and ROE were used for financial analysis. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), CoCoSo (Combined Compromise Solution), and Similarity-Based methods, which are multi-criteria decision-making methods that respond to the need for multi-dimensional evaluation in a complementary manner in the decision-making process, were preferred. Thus, the distance from the ideal solution, the weighted total and similarity to the ideal solution, as well as the proximity to the reference profile for each company were evaluated. This approach aimed to obtain more meaningful results in cases where data showed scale differences and cross-sector comparisons were necessary. Reviewing the literature, the Entropy-weighted TOPSIS method is frequently used in tourism sector performance and

efficiency analyses, while the CoCoSo method developed by Zavadskas et al. is rarely seen as a method used for multidimensional structures in tourism sector competitiveness analysis (Zavadskas, Turskis, & Kildiene, 2020) (Tang, 2025).

Beyond traditional methods, the similarity-based approach is another multi-criteria decision-making method that offers advantages when data exhibits scale differences and cross-sector comparisons are involved. The similarity-based method, which yields more flexible results compared to classical methods, has also been adopted in the literature for analyzing hotel service quality in the tourism sector (Wu, Zhang, & Chen, 2023).

In this context, the intensification of tourism flows between Greece and Turkey in recent years, particularly given the strong interest of Turkish citizens in the Greek Islands, has enabled a comprehensive analysis in terms of both ranking alternatives and decision diversity by using these three methods together. Within the framework of tourism companies' performance, the tourism sectors of Turkey and Greece were analyzed using these three methods, based on absolute financial ratios and levels of similarity.

2. DATA AND METHODOLOGY

2.1. Aim and Scope of the Study

The main purpose of this study is to analyse the financial performance of companies in the tourism sector, one of the sectors most affected by the pandemic, by comparing them. While making the comparison, Turkey and Greece, which have similar geographical and economic opportunities, are specifically considered, and the aim is to evaluate the position of the tourism sector in these two competing countries.

Companies listed on the stock exchange were selected for this study, primarily because of the transparency of the data obtained. It is also known that listed companies are representative of their sector and possess indicators that reflect industry trends (Situm, 2023). For this reason, 6 companies in Turkey and 4 companies in Greece were selected, and companies that are not directly tourism companies but are tourism-related were also included, and data from 2022-2024 was analyzed.

The reason for choosing the 2022-2024 period is to comparatively analyze how much the tourism industry, which has been on the rise after the pandemic, has strengthened or remained weak in relation to the economies of Turkey and Greece. It has been observed that this period has also been preferred in similar studies in recent years (Irani, Sadeghi, & Hosseini, 2021).

This study examines the performance of the tourism sector, which has been on the rise since the pandemic, specifically in Turkey and Greece, which have similar cultural, economic, and

geographical structures, and provides a comprehensive and original contribution using multi-criteria decision-making methods.

2.2. Financial Ratios

ROA (Return on Assets) and ROE (Return on Equity) ratios, which play a decisive role in the financial structure of the tourism industry at both the macro and micro levels, are among the leading indicators used to compare the efficiency of companies. Both ratios have been frequently used in the literature to enable comparisons between companies (Demir & Ertuğrul, 2022) (Irani, Sadeghi, & Hosseini, 2021) (Tutar, Ay, & Şahi, 2025) (Shieh, 2024)

ROA and ROE ratios are calculated as follows:

$$ROA = \frac{Net\ Profit}{Total\ Assets}$$

$$ROE = \frac{Net\ Profit}{Equity}$$

In this study, these two ratios were combined with multi-criteria decision-making techniques to obtain a holistic perspective and were analyzed comparatively within a broad framework.

The impact of ROA and ROE ratios on working capital management or company performance measurement during crisis periods is highlighted in studies in the literature (Demiraj & Dsouza, 2024) (Chambers & Çifter) (Costa & Costa).

On the other hand, the ratios for the 6 companies selected in Turkey and the 4 companies selected in Greece have been obtained based on official reports due to their public nature and data security has been ensured. The activity reports and financial statements of companies traded on the BIST and Athens Stock Exchange between 2022 and 2024 have been used as data sources.

2.3 Multi-Criteria Decision Approach

TOPSIS, CoCoSo, and Similarity-Based methods were used to analyze the performance of tourism companies in Turkey and Greece after the pandemic. The applicability and theoretical structures of these methods in the tourism sector are the reasons for their selection..

2.3.1.TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

In decision-making models, it is a method that ranks alternatives based on criteria, using proximity to the positive ideal solution and distance from the negative ideal solution as a basis. It was developed by Hwang and Yoon in 1981. After normalizing the decision matrix, it

calculates the distance from the ideal solution using the weighted matrix created. Relative proximity values are then obtained using these distances, and the alternatives are ranked.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-};\ i = 1,2,\ldots,N$$

Here:

S_i^+: Distance to the positive ideal solution

S_i^-: Distance to the negative ideal solution

C_i: Proximity score of the $i.$ alternative

is as follows (Hwang & Yoon, 1981).

It stands out as a suitable method for comparative analysis in multi-dimensional performance evaluation models such as tourism or the service sector.

2.3.2. CoCoSo- (Combined Compromise Solution)

Developed in 2019 by Yazdaniet al., the CoCoSo method is a hybrid approach designed to expand the limited scope of traditional methods like TOPSIS. It enables the comprehensive evaluation of alternatives through three distinct assessment approaches. Fundamentally;

$$CoCoSo_i = \frac{1}{3}\left[\frac{S_i}{max\ S_i} + \frac{P_i}{max\ P_i} + \frac{S_{i+}P_i}{2}\right];\ i = 1,2,\ldots,N$$

where,

S_i: Sum of weighted normalized values

P_i: Product of weighted normalized values

$CoCoSo_i$: Final score of the $i.$ alternative

is defined (Yazdani, Zarate, Zavadskas, & Turskis, 2019).

This method, preferred in areas such as financial performance measurement and energy efficiency in the literature, offers the possibility of incorporating the weight effects of different criteria into the model more accurately. By considering both total benefit and multiplicative benefit together, this method provides the opportunity for flexible evaluation in measuring the performance of alternatives.

2.3.3.Similarity-Based Method

Unlike traditional methods, it is a multi-criteria decision-making method that ranks alternatives according to their similarity to the ideal solution. In this approach, the similarity of each alternative to the ideal vector is calculated according to metrics such as cosine similarity, Jaccard index, or Manhattan distance. It stands out in the literature as a newer and more flexible model compared to other methods.

Normalized decision matrix;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - min\ x_j}{max\ x_j - min\ x_j};\ i = 1,2, \dots m, j = 1,2, \dots, n$$

Reference ideal vector;

$$r_j^* = max\ r_{ij};\ fayda\ kriteri$$

Cosine similarity;

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}.r_j^*}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}^2} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (r_j^*)^2}}$$

and the S_i values indicate the similarity of the i. alternative to the ideal reference. A score close to 1 means that the alternative is close to the ideal solution (Akalın & Yücenur, 2022).

In the literature, the Similarity-Based method used in social and managerial analyses related to supply chain management, resource allocation in the energy sector, or immigration policies enables grouping among alternatives (Doğan & Arslan, 2023) (Akalın & Yücenur, 2022).

According to the research conducted, this method has rarely been used in studies in the tourism sector. Thus, in this study, a rarely studied method has been integrated into a new sector.

By applying these three methods to the same data set, an assessment based on similarity was made, going beyond traditional ranking methods. The financial performance of leading large companies in the tourism sector in Turkey and Greece was analyzed, and a multidimensional and comparative assessment was made, contributing to understanding the position of these countries in the tourism sector.

3. FINDINGS

3.1. Evaluation of Financial Ratios

Table 1: ROA and ROE Change by Company (2022–2024)

Company	Country	2022 ROA	2024 ROA	2022 ROE	2024 ROE	ROA Chang	ROE Chang
ALTINYUN	Türkiye	0,4963491	-2,9578494	0,5784217	-3,7408629	-3,4541985	-4,3192846
ATTICA	Greece	1,7405478	1,3654926	4,7667365	3,4867492	-0,3750553	-1,2799873
AVRASYA	Türkiye	39,459116	0,550714	43,550623	0,6513225	-38,908402	-42,8993
INLOT	Greece	1,9274024	0,8493819	-13,562144	8,8050542	-1,0780205	22,367198
KUSTUR K	Türkiye	43,33029	10,666857	54,795882	11,125726	-32,663433	-43,670156
KYRI	Greece	6,1742376	6,0574361	29,497632	37,57215	-0,1168016	8,0745185
LAMPS	Greece	3,9233715	7,5694957	10,209226	16,378275	3,6461242	6,1690493
MARMARI	Türkiye	14,209126	-4,0823798	21,971071	-4,7776157	-18,291505	-26,748687
MERIT	Türkiye	1,2425675	3,645732	1,3048899	3,6541515	2,4031645	2,3492616

When examining the ROA and ROE ratios of the total 9 companies (5 from Turkey, 4 from Greece) analyzed during the 2022-2024 period, significant changes are observed. The Greece-based company LAMPSA showed the highest financial growth with a 3.65% increase in ROA and a 6.17% increase in ROE, while other Greece-based companies such as AIA and AEGN also showed a positive growth trend.

On the other hand, while the Turkey-based Altınyunus Çeşme showed a positive increase, the ROA and ROE values of the MERIT and Kuştur Kuşadası companies were negative.

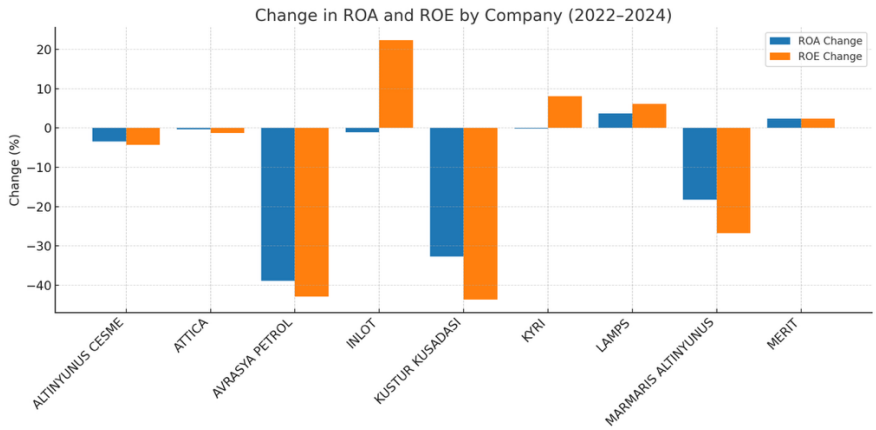


Figure 1: Change in ROA and ROE by Company (2022–2024)

In general, Greece-based companies have shown more stable performance compared to Turkey-based companies and have entered a faster recovery process after the pandemic. It is clear that these increases and decreases are due to the exchange rate effect, inflation, and economic fluctuations after the pandemic.

3.2. Analyses of TOPSIS and CoCoSo

The TOPSIS and CoCoSo analyses, which differ from other multi-criteria decision-making methods in their approaches, were applied to the financial data of tourism companies in Turkey and Greece, revealing relative differences.

Table 2: Scores of TOPSIS and CoCoSo

Company	Country	TOPSIS	CoCoSo
ALTINYUN	Türkiye	0,7008567	0,9627492
ATTICA	Greece	0,7498163	1,0643359
AVRASYA	Türkiye	0,008234	0,0058365
INLOT	Greece	0,9233876	1,3889861
KUSTUR K	Türkiye	0,1004259	0,0733761
KYRI	Greece	0,8371705	1,2047099
LAMPS	Greece	0,8362698	1,2547123
MARMARI	Türkiye	0,3771939	0,4324334
MERIT	Türkiye	0,7969161	1,1720879

According to the analysis conducted using the TOPSIS method, INLOT achieved the highest score based on post-pandemic performance and ranked first. KUSTUR also ranked high as its normalized data was close to the ideal solution. The company stood out due to its stable financial structure and balanced equity capital. AVRASYA PETROL had the lowest TOPSIS score and ranked last on the list. This is thought to be due to its weak equity structure and unstable financial structure.

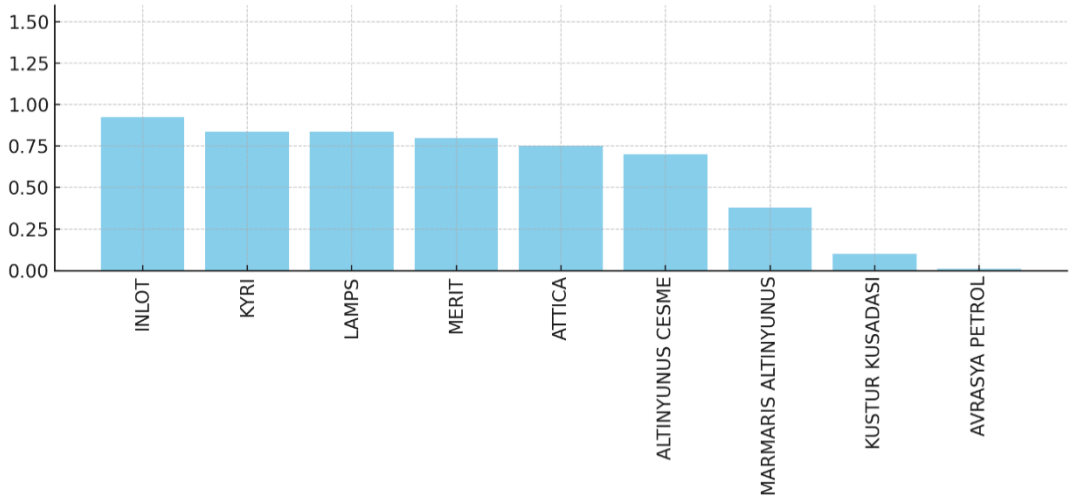


Figure 2: TOPSIS Scores by Company

On the other hand, looking at the CoCoSo analysis, INLOT again ranked first with a high score, while Kuştur Kuşadası ranked lower in this method. Companies with weak ROA and ROE ratios generally ranked lower in this method because the CoCoSo method evaluates the ratios between the criteria more sensitively. Altınyunus Çeşme, MERIT, and KYRI, which ranked high, are also among the companies that performed well with consistent financial structures and balanced indicators. Avrasya Petrol and Marmaaris Altınyunus companies also scored low in the ranking, as in the TOPSIS analysis, placing them at the bottom. This indicates that these companies are relatively weak financially based on 2022 and 2024 data.

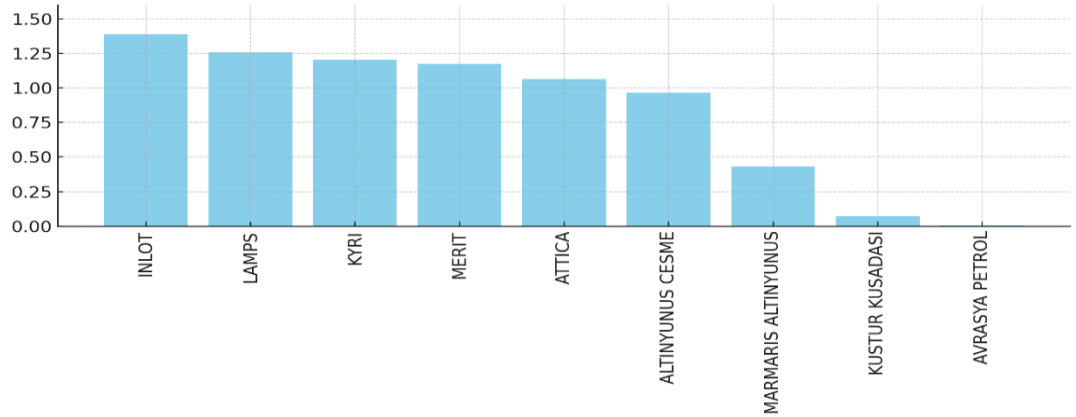


Figure 3: CoCoSo Scores by Company

In both methods, Kuştur Kuşadası achieved the highest score, indicating that the company has a financially stable and balanced structure. Although the rankings were similar in both methods, KYRI, for example, scored high in the TOPSIS method but lagged behind in the CoCoSo method. This difference is thought to be due to the fact that one method uses the distance principle while the other considers weighted decision coefficients. However, fundamentally, the companies with the highest and lowest scores were relatively similar

4.3. Analyses of Similarity- Based

The Similarity-Based approach analyzes tourism companies' performance using a similarity profile. The similarity score is calculated based on normalized values, with companies closest to the reference point ranking highest.

The reference value is obtained by taking the best observed value for each of the criteria: Total Assets, Net Profit, Equity, ROA, and ROE. Each company's similarity to the reference vector is calculated based on cosine similarity.

Table 3: Similarity-Based Scores by Company

Company	Country	Similarity
ALTINYUNUS CESME	Türkiye	0,7145179
ATTICA	Greece	0,7737086
AVRASYA PETROL	Türkiye	0,0058365
INLOT	Greece	0,944493
KUSTUR KUSADASI	Türkiye	0,0733761
KYRI	Greece	0,8475704
LAMPS	Greece	0,8773562
MARMARIS ALTINYUNU	Türkiye	0,3703614
MERIT	Türkiye	0,8338304

According to these calculations, INLOT ranked first, as it did in the other two methods. This indicates that a consistent analysis was performed. MERIT and Eurasia Petroleum were companies with low similarity scores in this method. While Greek companies generally received high similarity scores, diversity was prominent among Turkish companies. The Similarity-Based method, which is relatively more sensitive to deviations compared to other methods, also reveals differences at the micro level. In this method, companies that show similarity to the pattern are generally at the forefront, and evaluation is not based on a single criterion.

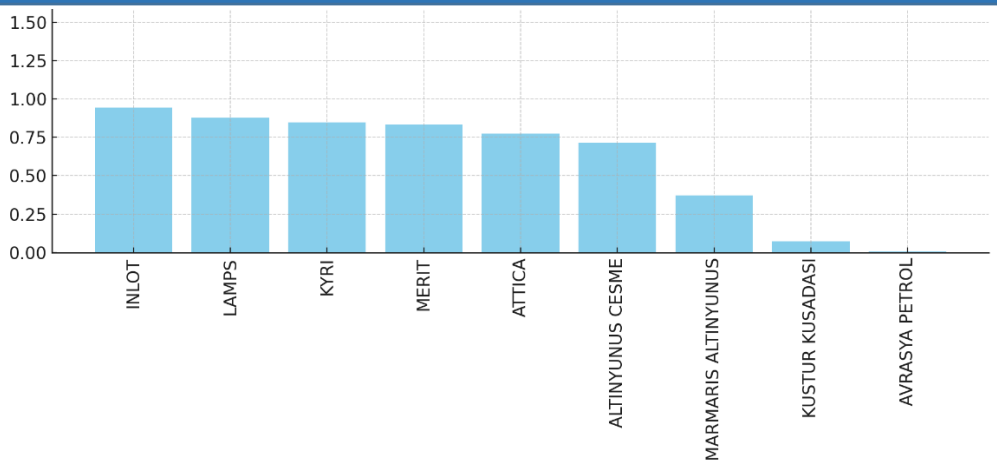


Figure 4: Similarity- Based Scores by Company

4.4. Comparison of Methods and Country-Based Assessment

Overall, when the results are considered, Greece has achieved higher scores than Turkey in all three methods. This indicates that companies in Greece have a more stable and stronger financial position.

Table 4: Scores by Country and Method

Country	TOPSIS	COCOSO	SIMILARITY
Türkiye	0,3967	0,5293	0,3996
Greece	0,8367	1,2282	0,8608

In the TOPSIS method, distances from the ideal point are evaluated while considering overall balance. This means that indicators such as ROA and ROE are considered in a balanced manner. Accordingly, Greek companies stand out with a more balanced financial structure.

In the CoCoSo method, the impact of low-performing companies has dragged Turkey down. Although companies such as Martı perform well, they are still considered underperforming compared to Greek companies. In the analysis, extreme values and proportional changes in financial values were clearly seen due to the sensitivity of the method.

Considering the Similarity-Based method, the general profile similarity of companies was evaluated, revealing the imbalance in Turkey. The method, which aims to highlight companies that are balanced and close to the ideal profile in all criteria, presents a framework related to the strategic position of companies.

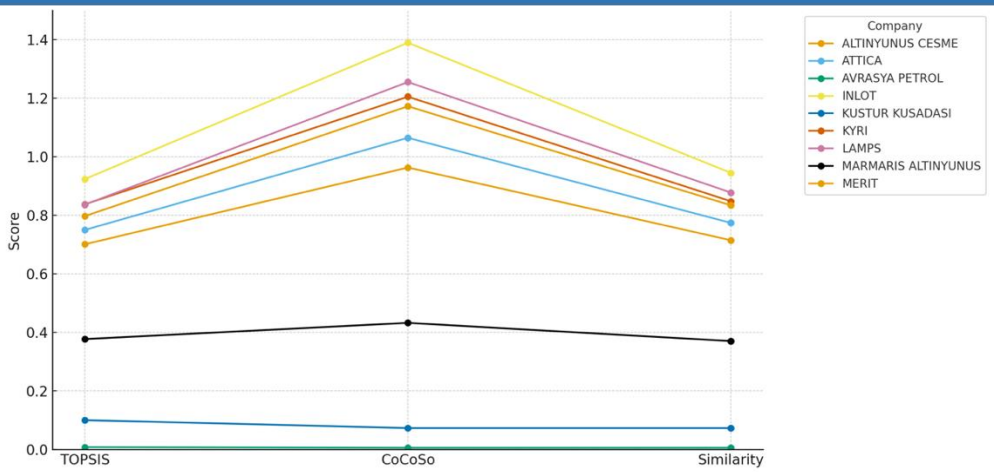


Figure 5: Company performance comparison by method

When all methods are evaluated together, the financial efficiency of tourism companies in Greece is higher than in Turkey. In Turkey, the low performance of certain companies in particular affects the country average.

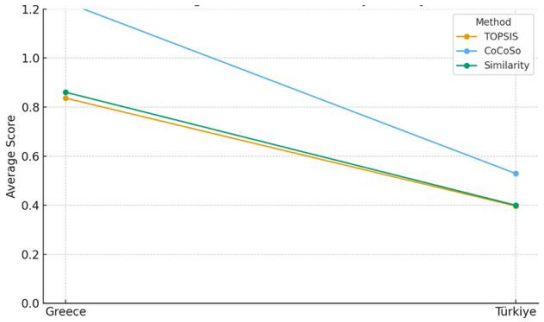


Figure 6: Average performance scores by country

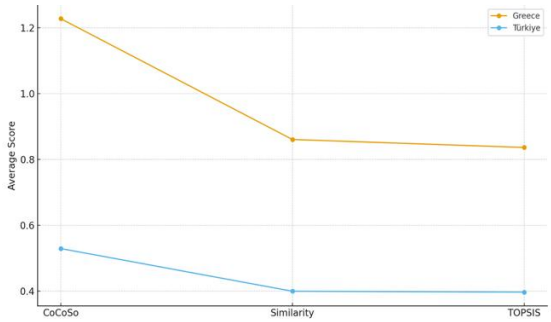


Figure 7: Average scores by country and method

4. CONCLUSION

The study analyzed the performance of tourism-related companies operating in Turkey and Greece and listed on the stock exchange between 2022 and 2024 using multi-criteria decision-making methods. It sought to interpret how the economic effects of the pandemic resulted in outcomes in two geographically close tourism countries due to the changing flow of tourism after the pandemic.

The three methods used, TOPSIS, CoCoSo, and Similarity-Based approaches, each measured the effectiveness of companies with different mathematical theoretical approaches.

According to the analysis results, companies in Greece showed higher performance than those in Turkey in all three methods. It was observed that Greece experienced a more stable financial process after the pandemic, while Turkey was less stable in this regard. Some companies located in Turkey (Eurasia Petroleum or Kuştur Kuşadası) were among the companies that performed poorly in terms of efficiency and productivity despite their high ROA and ROE ratios. This shows that high performance in one parameter does not necessarily mean high overall performance. The reason for using different methods was to evaluate the relative positions of companies compared to other companies, and the results were consistent with this. The differences in approach between the methods provided a more balanced and sensitive analysis.

5. RECOMMENDATIONS AND DISCUSSION

When the analysis results are considered in general terms, factors such as public support, balanced capital, macroeconomic stability, and inflation may be behind the more consistent and balanced performance of companies in Greece. In contrast, it can be said that tourism companies in Turkey are more affected by exchange rate fluctuations, market imbalances, and uncertainties.

Tourism companies in Turkey can take certain steps to strengthen their financial structures, and tourism companies can be supported through public support mechanisms. At the same time, efficiency and effectiveness analyses can be incorporated into sectoral processes. Multi-criteria decision-making techniques can be used as tools in the performance evaluation of public policies.

This study only performed a performance analysis of tourism companies traded on the stock exchange and a limited number of financial ratios. Future research should conduct more comprehensive analyses, taking into account indicators such as companies' operational efficiency, customer satisfaction, environmental sustainability, and level of digitalization. Additionally, analyses supported by panel data regressions or structural equation models incorporating the effects of macroeconomic variables and public policies could be conducted.

Furthermore, to ensure methodological diversity, it would be beneficial to use other methods such as PROMETHEE, ELECTRE, VIKOR, and EDAS to understand the sensitivity levels of the methods. Finally, country comparisons should not be limited to Greece and Turkey; broader analyses involving other tourism countries in the Mediterranean basin (e.g., Spain, Italy, Portugal) could also be conducted.

REFERENCES

A. Soy, T. (2024). Examining The Effect Of Working Capital Management On The Profitability Of Tourism Companies With Panel Data Analysis. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 14*(2), 577-594. *https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1419782*

Akalın, A., & Yücenur, G. N. (2022). A similarity-based multi-criteria decision-making approach for Syrian refugee settlement. *Sustainability, 14*(3), 1452. *https://doi.org/10.3390/su14031452*

Alcalá-Ordóñez, E., Martínez-Roget, F., & Vázquez-Rodríguez, J. S.-G. (2024). Tourism and economic development in island economies: Evidence from the European Union. *European Journal of Tourism Research, 36*(3605). *https://doi.org/10.54055/*ejtr.*v36i.3308,*

Bayar, Y., & Yener, M. A. (2019). Political stability and tourism sector development in the Mediterranean countries: Evidence from panel co-integration and causality tests. *European Journal of Tourism Research, 21*, 33-36. *https://doi.org/10.54055/ejtr.v21i.356*

Bilici, N. S. (2019). Turizm Sektöründe Özsermaye Kârlılığının Değerlendirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi,* 41-54. https://doi.org/10.25095/mufad.535962

Chambers, N., & Çifter, A. (tarih yok). Working capital management and firm performance in the hospitality and tourism industry. *International Journal of Hospitality Management, 102*(103144). *https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2022.103144*

Costa, V., & Costa, C. (tarih yok). Tourism, economic development and the corporate performance of the hospitality industry: An empirical study of Portuguese tourism regions. *European Journal of Tourism Researc, 38*(3816). *https://doi.org/10.54055/ejtr.v38i.3622*

Demir, M., & Ertuğrul, H. M. (2022). Pandemi sürecinde turizm sektöründeki firmaların finansal performanslarının analizi: BIST Turizm örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 10*(1), 56-73. *https://doi.org/10.21325/jotags.2022.1141*

Demiraj, E., & Dsouza, S. (2024). A panel study on capital structure and profitability in the MENA region tourism industry. *SSRN, doi: Demiraj, Enida and Dsouza, Suzan, A Panel Study on Capital Structure and Profitability in the MENA Region Tourism Industry (October 24, 2024). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5021164*.

Demiraj, R., Demiraj, E., & Dsouza, S. (2022). Impact Of Financial Leverage On The Performance Of Tourism Firms In The Mena Region. *11th İstanbul Finance Congress* (s. 156-161). İstanbul: Press Academia. http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1681

Doğan, A., & Arslan, M. (2023). A novel similarity-based decision-making approach for sustainable logistics provider selection. *Environmental Science and Pollution Research. https://doi.org/10.1007/s11356-023-28567-4*

Doğanalp, N., & Arslan, A. (2021). Comparative Efficiency Analysis of Tourism Industry in the Southern Mediterranean Region. S. Grima, & H. B. E. Özen içinde, *Contemporary Issues in Social Science;* Emerald Publishing Limited. *https://doi.org/10.1108/S1569-37592021106*

Doğantan, E. (2022). Determination of short-term trailer park amenities using a fuzzy method. *European Journal of Tourism Research, 31*(3106). *https://doi.org/10.54055/ejtr.v31i.2114*

Ertaş, M., & Kırlar-Can, B. (2022). Tourists' risk perception, travel behaviour and behavioural intention during the COVID-19. *European Journal of Tourism Research, 32*, 3205. https://doi.org/10.54055/ejtr.v32i.2606

Gaberli, Ü., & Akdeniz, A. (2024). Determinants Of International Tourism Demand In Turkey: Panel Data Analysis For 2002-2022 Period. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 297-313. https://doi.org/10.26468/trakyasobed.1430617

Haque, M. R. (2024). From disruption to recovery: a multi-country analysis of tourism and hospitality firms' performance post-COVID-19. *Tourism Recreation Research,* 1-12. *https://doi.org/10.1080/02508281.2024.2372969*

Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Method and Applications.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9
Irani, F. N., Sadeghi, T., & Hosseini, M. (2021). Effects of business and finance conditions on tourism firms' financial performances – Evidence from major tourist destinations. *SAGE Open, 11*(3), 1-13. *https://doi.org/10.1177/21582440211040120*
Langer, M., & Schmude, J. (2024). COVID-19 as a paradigm shift? Insights from the degrowth debate in tourism. *uropean Journal of Tourism Research, 36*, 3607. *https://doi.org/10.54055/ejtr.v36i.3137*
Lee, B. Y. (2021). The Effect of Tourism Expansion on Firm Performance: Evidence from Japan. *European Journal of Business and Management Research,* 235-238. http://dx.doi.org/10.24018/ejbmr.2021.6.5.863
Liu, Y., Wen, L., Liu, H., & Song, H. (2024). Predicting tourism recovery from COVID-19: A time-varying perspective. *Economic Modelling, 135. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2024.106706*
Lolli, F., Gamberini, R., Rimini, B., & Bolognesi, S. (2023). An integrated Entropy-TOPSIS approach for tourism destination sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production, 386*(136804). *https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.136804*
Michalkó, G., Bal, D., & Erdélyi, E. (2022). Repositioning Budapest's Tourism Milieu For A Post-Covid-19 Period: Visual Content Analysis. *European Journal of Tourism Research, 32*, 3204. *https://doi.org/10.54055/ejtr.v32i.2602*
Nhamo, G., Dube, K., & Chikodzi, D. (2020). Tourism Economic Stimulus Packages as a Response to COVID-19. *Counting the Cost of COVID-19 on the Global Tourism Industry.* Springer, Cham. https://doi.org/10.31822/jomat.2023-8-1-39
Pegkas, P. (2022). The efficiency of the tourism industry in Greece during the economic crisis (2008 - 2016). *European Journal of Tourism Research, 32*(3207), 1-19. https://doi.org/10.54055/ejtr.v32i.2376
Pham, H. T., Trinh, H. Q., Le, H. T., & Vo, D. H. (2024). Macroeconomic factors and tourism demand: A panel data analysis for emerging economies. *Tourism Economics. https://doi.org/10.1177/1354816624123456*.
Pham, U., Trinh, Q., Le, H., & Vo, U. (2023). Impacts of Regional Trade Agreements on International Tourism Demand: Empirical in Vietnam. *Cogent Economics & Finance, 11*(2). *https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2250230*
Qadri, S. U., Ma, Z., Raza, M., Li, M., Qadri, S., Ye, C., & Xie, H. (2023). COVID-19 and financial performance: Pre and post effect of COVID-19 on organization performance; A study based on South Asian economy. *Front Public Health, doi: http://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1055406*
Shieh, H. S. (2024). Comparative analysis of financial performance in the tourism industry before and during the COVID-19 virus outbreak. *urnal Akuntansi dan Manajemen, 21*(1), 24-37. *https://doi.org/10.36406/jam.v21i1.1437*
Situm, M. (2023). Financial distress in the Austrian tourism industry: hotels and restaurants analysis. *European Journal of Tourism Research , 34*(3411). *https://doi.org/10.54055/ejtr.v34i.2992*
Tang, Y. (2025). Evaluating tourism competitiveness of ASEAN countries using CoCoSo method. *Tourism Management Perspectives, 45*(101114). *https://doi.org/10.1016/j.tmp.2025.101114*
Tutar, H., Ay, B., & Şahi, M. (2025). Financial performance analysis of companies in the Stock Exchange Istanbul Tourism Index. *Journal of Tourism, Sustainability and Well-being, 13*(1), 36-54. http*://doi.org/10.34623/78wh-ax35*
Vatankhah, S., Darvishmotevali, M., Rahimi, R., Jamali, M., & Ebrahim, N. A. (2023). A bibliometric analysis of MCDM techniques in tourism research. *Technological and Economic Development of Economy, http://doi.or/10.3846/tede.2023.19882*.
Wu, E. H., Hu, J., & Chen, R. (2022). Monitoring and forecasting COVID-19 impacts on hotel occupancy rates with daily visitor arrivals and search queries. *Current Issues in Tourism, 25*(3), 490-50. *https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1989385*
Wu, H., Zhang, L., & Chen, Y. (2023). Hotel service quality evaluation based on similarity measurement: A case study from China. *Expert Systems with Applications, 224*(119999). *https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119999*
Yayla, M., Koç, E., & Dimanche, F. (2023). Residents' support for tourism development: Investigating quality-of-life, community commitment and communication. *European Journal of Tourism Research, 33*(3310). http://doi.org/10.54055/ejtr.v33i.2762.

Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision, 57*(9), 2501-2519. *https://doi.org/10.1108/MD-05-2018-0588*
Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildiene, S. (2020). A new hybrid MCDM model: CoCoSo method for complex decision-making problems. *Sustainability, 12*(1), 19. *https://doi.org/10.3390/su12010019*
Zhang, D., Xie, J., & Sikveland, M. (2021). Tourism seasonality and hotel firms' financial performance: evidence from Norway. *Current Issues in Tourism, 24*(21), 3021-3039. *https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1857714*

KOBİ'LERDE ESG FARKINDALIĞININ ARTIŞI VE İŞLETME PERFORMANSINA ETKİLERİ: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Ahmet Tarık USTA
Gebze Technical University, Institute of Business Administration, Department of Business Administration, 41400 Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-8136-2550
Nagihan Aktaş
Gebze Technical University, Institute of Business Administration, Department of Business Administration, 41400 Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-4810-2351

ÖZET

Bu çalışma, küçük ve orta ölçekli işletmelerde çevresel, sosyal ve yönetişim farkındalığının yükselen önemini inceleyerek, söz konusu yaklaşımın işletme performansı üzerindeki etkilerini kavramsal düzeyde değerlendirmektedir. Küresel değer zincirlerinin sürdürülebilirlik kriterleriyle yeniden yapılandığı günümüzde, özellikle Avrupa Birliği'nin karbon sınır mekanizması ve büyük ölçekli alıcıların tedarikçilerden talep ettiği çevresel ve sosyal standartlar, KOBİ'ler için ESG uyumunu zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda ESG'nin KOBİ ölçeğinde çevresel verimlilik, çalışan refahı, iş güvenliği ve kurumsal yönetişim gibi alanlarda uygulanabilir örneklerle somutlaştığı görülmektedir. Farkındalıktaki artışın yalnızca yasal ve dışsal baskılardan değil, aynı zamanda piyasanın sürdürülebilirlik odaklı beklentilerinden ve devlet desteklerinden beslendiği kavramsal olarak ortaya konmuştur.

Çalışmada ESG uygulamalarının işletme performansına çok boyutlu etkileri tartışılmış; enerji ve kaynak verimliliği aracılığıyla maliyetlerin düşmesi, sürdürülebilirlik puanlarının bankacılık sektöründe kredi değerlendirmelerine yansıması, süreç izlenebilirliğinin artması ve operasyonel risklerin azalması gibi etkilerin KOBİ performansını doğrudan güçlendirdiği ifade edilmiştir. Ayrıca sürdürülebilir üretim pratiğinin marka güveni yaratması, müşteri bağlılığını artırması ve özellikle AB pazarında tercih edilirliği yükseltmesi, ESG'nin rekabet avantajı sağlayan stratejik bir unsur olduğunu göstermektedir.

Bu çerçevede çalışma, ESG farkındalığı ile işletme performansı arasındaki ilişkiyi açıklayan bütüncül bir kavramsal model önermektedir. Model, farkındalığın uygulamaya dönüşme sürecini performansın temel belirleyicisi olarak konumlandırmakta; dijitalleşme düzeyi ve işletme boyutunun bu süreci güçlendiren moderatör değişkenler olduğunu ileri sürmektedir. Önerilen model, KOBİ'lerin sürdürülebilirlik temelli bir yönetim anlayışına geçişinde yol gösterici bir teorik çerçeve sunmakta ve gelecekte yapılacak ampirik çalışmalar için açıklayıcı bir temel oluşturmaktadır. Çalışma, Kaynak Temelli Görüş perspektifinden ele alınmış olup;

farkındalığın eyleme dönüşmesinde dijitalleşme ve işletme boyutunun düzenleyici etkisini içeren bütüncül bir model önermektedir.

Anahtar Kelimeler: ESG, KOBİ, Sürdürülebilirlik, İşletme Performansı, Rekabet Gücü

INCREASING ESG AWARENESS IN SMEs AND ITS EFFECTS ON BUSINESS PERFORMANCE: A CONCEPTUAL ASSESSMENT

ABSTRACT

This study conceptually examines the rising importance of environmental, social, and governance awareness among small and medium-sized enterprises and evaluates its implications for firm performance. As global value chains are restructured around sustainability criteria, the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism and the environmental and social standards demanded by large buyers have made ESG compliance increasingly mandatory for SMEs. In this context, ESG translates into practical and applicable domains at the SME level, including environmental efficiency, employee well-being, occupational safety, and corporate governance. The study conceptually demonstrates that the growing awareness is driven not only by regulatory and external pressures but also by market expectations that increasingly prioritize sustainability, as well as by public incentives.

The analysis discusses the multidimensional effects of ESG practices on firm performance, emphasizing that improvements in energy and resource efficiency reduce costs, sustainability scores influence credit assessments within the banking sector, enhanced process traceability strengthens operational control, and reduced risk exposures directly support SME performance. Furthermore, sustainable production practices contribute to brand trust, strengthen customer loyalty, and increase firms' desirability in the EU market, showing that ESG functions as a strategic source of competitive advantage.

Within this framework, the study proposes an integrated conceptual model that explains the relationship between ESG awareness and firm performance. The model positions the transformation of awareness into practice as the primary determinant of performance and argues that digitalization and firm size serve as moderating variables that reinforce this process. Adopting a Resource-Based View perspective, the study offers a holistic model that incorporates the moderating role of digitalization and firm size in translating ESG awareness into action, providing a guiding theoretical structure for SMEs' transition toward sustainability-oriented managerial practices and a foundation for future empirical research.

Keywords: ESG, SMEs, Sustainability, Firm Performance, Competitive Advantag

1. GİRİŞ

Günümüz iş dünyasında sürdürülebilirlik, yalnızca büyük ölçekli şirketlerin stratejik önceliği olmaktan çıkmış; doğrudan ekonomik dayanıklılık, rekabet gücü ve uluslararası piyasalara entegrasyon açısından tüm işletmeler için belirleyici bir unsur hâline gelmiştir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (Environmental, Social, Governance – ESG) yaklaşımı, işletmelerin kaynak kullanımından çalışan haklarına, karbon yönetiminden kurumsal şeffaflığa uzanan kapsamlı bir dönüşüm çerçevesi sunmaktadır. Ancak Türkiye'deki KOBİ'lerin önemli bir bölümü, finansal kısıtlar, bilgi eksikliği ve kurumsal kapasitenin sınırlılığı nedeniyle sürdürülebilirlik gündemine geç uyum sağlamakta; bu durum hem iç pazarda hem de dış ticarette yapısal kırılganlıklar yaratmaktadır (Kumbalı vd., 2022; Demirkaya 2024).

ESG farkındalığının henüz sistematik bir kurumsal kültüre dönüşmemiş olması, KOBİ'lerin uzun vadeli rekabet stratejilerinde önemli boşluklar yaratmaktadır. Küresel ölçekte artan sürdürülebilirlik standartları ve değer zincirlerinde karbon yönetimi talepleri, KOBİ'ler için artık ertelenemez bir dönüşüm baskısı oluşturmaktadır (Braun, 2025). Dolayısıyla ESG farkındalığının güçlendirilmesi, yalnızca çevresel bir zorunluluk değil; aynı zamanda stratejik bir işletme performansı meselesidir.

Türkiye'deki KOBİ'lerin büyük çoğunluğu operasyonel süreçlerini hâlâ kısa vadeli maliyet minimizasyonu anlayışıyla yönetmektedir (Deveciyan vd., 2024). Enerji verimliliği, atık yönetimi, karbon muhasebesi, sosyal uygunluk uygulamaları ve kurumsal yönetişim gibi ESG unsurları çoğu işletmede ya sınırlı düzeyde uygulanmakta ya da yalnızca mevzuat gerekliliklerini karşılayacak ölçüde ele alınmaktadır. Bu durum, KOBİ'lerin uzun vadeli maliyet avantajlarını, verimlilik artışlarını ve marka güvenilirliğini yeterince değerlendirememesine yol açmaktadır.

Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat çerçevesinde uygulamaya koyduğu sınırda karbon düzenlemeleri, tedarik zinciri şeffaflığı ve sürdürülebilir üretim kriterleri, Türkiye'den AB pazarına ihracat yapan işletmeler üzerinde doğrudan baskı oluşturmaktadır (Uyduranoğlu vd., 2023). Yakın gelecekte karbon yoğun ürünlere ek mali yükümlülükler getiren bu düzenlemeler, KOBİ'ler için dış pazarlarda rekabet gücünü koruma açısından ESG uygulamalarını zorunlu hâle getirmektedir. Bu baskı yalnızca çevresel uyumla sınırlı olmayıp kurumsal yönetişim, sosyal standartlar ve raporlama süreçlerini de kapsamaktadır.

Gerek yerel gerekse uluslararası müşteriler, tedarikçilerden sürdürülebilir üretim, düşük karbon ayak izi, etik çalışma koşulları ve yüksek kurumsal şeffaflık talep etmektedir. Yatırımcılar ise finansal risklerin yönetilebilirliği ve uzun vadeli değer yaratma kapasitesini değerlendirirken

ESG göstergelerini temel karar değişkenlerinden biri olarak ele almaktadır (Kuzmina vd., 2023). Bu nedenle ESG farkındalığı düşük olan KOBİ'ler, hem müşteri portföylerini kaybetme hem de finansman maliyetlerinin yükselmesi gibi ciddi performans riskleriyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, KOBİ'lerde giderek önem kazanan ESG farkındalığını çok boyutlu bir perspektiften ele alarak, bu farkındalığın işletme performansı üzerindeki etkilerini kavramsal düzeyde tartışmaktır. Türkiye'deki KOBİ ekosistemi, finansal kırılganlıklar, sınırlı kurumsal kapasite ve hızla değişen düzenleyici çerçeve nedeniyle sürdürülebilirlik uygulamalarına uyumda çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle ESG konusunun yalnızca çevresel bir yükümlülük değil, işletmelerin büyüme, rekabet, finansmana erişim ve uluslararası pazarlara entegrasyon kabiliyetini doğrudan belirleyen stratejik bir yönelim olduğu vurgulanmaktadır.

Çalışma, ESG'nin KOBİ'ler için anlamını tartışmakla sınırlı kalmayıp, bu yaklaşımın işletme performansı açısından nasıl bir değer ürettiğini de kavramsal düzeyde ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu kapsamda ESG'nin çevresel maliyetleri azaltma, sosyal uyum ve çalışan bağlılığını güçlendirme, kurumsal yönetişim yoluyla karar alma kalitesini artırma gibi işletme içi etkileri; bunun yanı sıra müşteri güveni, yatırımcı ilgisi, tedarik zinciri entegrasyonu ve dış pazarlarda rekabet avantajı gibi işletme dışı çıktıları analiz edilmektedir.

Bu çerçevede çalışma, ESG farkındalığının KOBİ'lerde neden kritik bir dönüşüm alanı hâline geldiğini açıklarken, aynı zamanda sürdürülebilirlik odaklı bir yönetim yaklaşımının performans göstergelerini nasıl şekillendirdiğine dair kavramsal bir değerlendirme sunmaktadır. Amaç, konuyu yalnızca tanımlamak değil; KOBİ düzeyinde uygulanabilirliği, stratejik gerekliliği ve uzun vadeli etkileriyle birlikte tartışarak literatürdeki boşluklardan birine katkı sunmaktır. Çalışma, anlatısal literatür taraması yöntemiyle hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında Web of Science ve Scopus tabanlarında "ESG", "SME Performance" ve "Sustainability" anahtar kelimeleriyle tarama yapılmış; özellikle son 5 yılda yayınlanan çalışmalar incelenerek KOBİ özeline odaklanan teorik ve ampirik bulgular sentezlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. ESG Kavramı ve Boyutları

ESG yaklaşımı, işletmelerin çevresel etkilerini azaltma, sosyal sorumluluklarını yerine getirme ve kurumsal yönetişim süreçlerini güçlendirme hedeflerini bütüncül bir çerçevede ele alan stratejik bir yönetim anlayışını ifade etmektedir (Annesi vd., 2025). KOBİ'ler açısından bu çerçeve hem mevcut operasyonel pratiklerin iyileştirilmesi hem de uzun vadeli sürdürülebilir büyümenin güvence altına alınması için kritik bir yol gösterici niteliği taşımaktadır. ESG'nin

üç boyutu birlikte değerlendirildiğinde, işletmelerin yalnızca finansal değil; çevresel, toplumsal ve kurumsal performans bakımından da ölçülebilir bir değer üretmesi hedeflenmektedir.

ESG'nin çevresel boyutu, enerjinin verimli kullanımı, hammadde tüketiminin azaltılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve karbon emisyonlarının ölçülerek azaltılması gibi temel uygulamalara dayanmaktadır (Sharma vd., 2023). KOBİ'ler için bu çerçevede atılabilecek basit fakat etkili adımlar mevcuttur: üretim alanlarında enerji tasarruflu ekipman kullanımı, su tüketiminin takibi, atıkların ayrıştırılması, düşük karbonlu lojistik çözümlerinin tercih edilmesi ve temel seviyede bir karbon ayak izi ölçümünün yapılması bunlardan bazılarıdır. Bu tür uygulamalar hem maliyetleri düşürmekte hem de işletmenin çevresel sorumluluğunu görünür kılmaktadır.

Sosyal boyut ise çalışan haklarının korunması, güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması, çalışan bağlılığının geliştirilmesi ve işletmenin faaliyet gösterdiği toplumla kurduğu ilişkilerin güçlendirilmesini kapsamaktadır (Arslan ve Yağcılar, 2023). KOBİ düzeyinde sosyal performansı artırmanın yolu, çalışanların temel haklarının gözetildiği, iş güvenliği standartlarının uygulandığı ve iç iletişimin güçlü olduğu bir kurumsal kültür oluşturmaktan geçmektedir. Ayrıca toplumsal faydaya katkı sunan küçük ölçekli sosyal sorumluluk projeleri, bölgesel STK iş birlikleri ve etik çalışma koşullarının sürdürülmesi, işletmenin toplumsal itibarını güçlendiren önemli unsurlardır. Bu boyut, özellikle işgücü devir hızını azaltması ve nitelikli çalışanları çekmesi bakımından KOBİ performansı üzerinde doğrudan etkilidir.

Yönetişim boyutu ise işletmelerin karar alma süreçlerinin şeffaflığı, hesap verebilirlik düzeyi, etik kurallara bağlılığı ve kurumsal yönetim yapısının etkinliği ile ilgilidir (Şeker ve Şengür, 2022). KOBİ'lerde çoğu zaman yönetim süreçleri tek bir kişi ya da dar bir yönetim ekibi üzerinden yürüdüğü için, yönetişim mekanizmalarının güçlendirilmesi daha da kritik hâle gelmektedir. Temel seviyede dahi olsa yazılı prosedürler oluşturmak, görev-ve-sorumluluk şemalarını netleştirmek, etik kodları tanımlamak ve finansal raporlamada şeffaf bir yaklaşım benimsemek, kurumsal yönetişimi güçlendiren önemli adımdır. Bu tür uygulamalar hem işletme içi koordinasyonu artırmakta hem de müşteriler, yatırımcılar ve denetleyici kurumlar gözünde güvenilirliği pekiştirmektedir (Ateeq vd., 2025).

Bu üç bileşen bir arada değerlendirildiğinde ESG, KOBİ'lerin yalnızca çevresel ve sosyal yükümlülüklerini yerine getirmesi için bir rehber olmakla kalmamakta; aynı zamanda kurumsal etkinliği artıran, operasyonel riskleri azaltan ve işletme performansını çok boyutlu biçimde güçlendiren stratejik bir yönetim modeline dönüşmektedir. Teorik açıdan bu dönüşüm, Kaynak Temelli Görüş çerçevesinde değerlendirilebilir. Bu kurama göre, ESG uygulamaları işletmeler için taklit edilmesi zor, nadir ve değerli bir 'gayri maddi varlık niteliğindedir (Bhandari vd.,

2022). KOBİ'lerin ESG farkındalığını bir içsel yetenek olarak geliştirmesi, rakiplerine kıyasla sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmelerinin teorik zeminini oluşturmaktadır.

2.2. KOBİ'lerde ESG Farkındalığının Gelişimi

KOBİ'lerde ESG farkındalığının son yıllarda belirgin bir şekilde yükselmesinde uluslararası düzenlemeler, tedarik zinciri baskıları ve ulusal politika yönelimleri birlikte etkili olmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği'nin karbon sınır düzenlemesi (CBAM) kapsamında karbon yoğun ürünlere ek mali yükümlülükler getirme hazırlığı, Türkiye'deki ihracatçı KOBİ'leri doğrudan etkileyen kritik bir faktör haline gelmiştir. Bu düzenlemelerin uygulanmaya başlanmasıyla birlikte ihracat pazarlarını korumak isteyen işletmeler, karbon yönetimi, enerji verimliliği, atık azaltımı ve temel ESG raporlama süreçleri gibi alanlarda kurumsal kapasite oluşturma ihtiyacını artık ertelenemez bir gereklilik olarak görmeye başlamıştır. Dolayısıyla ESG farkındalığındaki artış, gönüllü bir yönelimden çok, dış ticaretin sürdürülebilirliği açısından stratejik bir zorunluluğa dönüşmüştür.

Bu farkındalığı artıran bir diğer önemli unsur, büyük ölçekli alıcıların ve küresel markaların tedarikçilerden talep ettiği sürdürülebilirlik standartlarıdır. Çok uluslu şirketler, tedarik zincirlerinde çevresel etkiyi düşürmek, sosyal uygunluğu sağlamak ve yönetişim risklerini en aza indirmek amacıyla KOBİ'lerden belirli ESG kriterlerini karşılamalarını beklemektedir. Tekstil, otomotiv, kimya ve gıda gibi sektörlerde faaliyet gösteren KOBİ'ler, artık büyük müşterilerle çalışabilmek için karbon ayak izi ölçümü, kimyasal uyum sertifikaları, iş güvenliği standartları, insan hakları beyanları ve süreç şeffaflığı gibi uygulamaları temel gereklilik olarak yerine getirmek durumundadır. Bu nedenle ESG farkındalığındaki yükseliş, piyasanın kendisi tarafından yaratılan yapısal bir talep niteliği taşımaktadır.

Buna ek olarak devlet teşvikleri, yeşil dönüşüm programları ve artan raporlama beklentileri de KOBİ'leri ESG konusuna daha fazla yönlendirmektedir. Yeşil teknolojilere, enerji verimliliği yatırımlarına ve sürdürülebilir üretim uygulamalarına sağlanan destek mekanizmaları, işletmelerin dönüşüm motivasyonunu güçlendirmekte; aynı zamanda belirli sektörlerde raporlama ve izleme yükümlülükleri ESG'nin kurumsal düzeyde dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır (Kurt ve Cavlak, 2022). Böylece ESG farkındalığı hem dış baskılar hem de iç politika yönelimleriyle giderek kurumsallaşan bir alana dönüşmektedir.

Öte yandan KOBİ'lerde ESG uygulamalarının hayata geçirilmesi hala önemli yapısal zorluklar içermektedir. En temel sorunların başında finansman yetersizliği gelmektedir. Enerji verimliliği yatırımları, atık yönetimi altyapısı, dijital izleme sistemleri veya kurumsal yönetişim mekanizmaları belirli bir maliyet gerektirmekte; sınırlı sermaye yapısına sahip KOBİ'ler bu yatırımları önceliklendirmekte zorlanmaktadır. Bir diğer zorluk ise işletme içinde ESG

süreçlerini yürütecek uzman personelin bulunmamasıdır. Pek çok KOBİ'de sürdürülebilirlik, kalite kontrol veya çevre yönetimi gibi alanlar tek bir kişinin üzerine yüklenmekte; bu durum hem uygulamaların derinliğini hem de sürekliliğini sınırlamaktadır.

Ayrıca düşük dijitalleşme seviyesi de ESG uygulamalarının önündeki kritik engellerden biridir. Karbon ölçümü, enerji takibi, raporlama, tedarik zinciri uyum analizleri gibi süreçler belirli bir dijital altyapı gerektirmektedir. Dijitalleşme düzeyi düşük olan KOBİ'ler, veri toplayamadıkları için ölçememekte; ölçemedikleri için yönetememekte; dolayısıyla ESG performansını sistematik biçimde geliştirememektedir. Bu nedenle ESG farkındalığındaki artış, uygulamaya dönüştürülemediğinde sınırlı bir etki yaratmakta; KOBİ'ler için hem stratejik hem operasyonel bir açmaz oluşmaktadır.

Bu bağlamda, KOBİ'lerde ESG farkındalığı hem dış baskıların hem de iç dinamiklerin etkisiyle hızla artmakla birlikte, bu farkındalığın günlük yönetim uygulamalarına yansıması halen çeşitli yapısal engeller nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Bu dual durum, ESG'nin KOBİ performansı açısından neden kritik bir dönüşüm alanı olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

2.3. ESG'nin İşletme Performansına Etkileri

ESG yaklaşımının KOBİ'lerde işletme performansına etkileri, son yıllarda literatürde giderek daha fazla tartışılan bir konu haline gelmiştir (Chen vd., 2023; Yu vd., 2024). Kavramsal olarak değerlendirildiğinde ESG, yalnızca çevresel ve sosyal sorumluluk çerçevesi sunmaktan öteye geçerek, işletmelerin finansal gücünü, operasyonel etkinliğini ve rekabet avantajını doğrudan şekillendiren çok boyutlu bir performans aracına dönüşmektedir. Bu nedenle ESG'nin işletme performansı üzerindeki etkilerini anlamak, KOBİ'lerin sürdürülebilir büyüme stratejilerini tasarlarken kritik bir öneme sahiptir.

Finansal performans açısından bakıldığında ESG uygulamalarının en görünür etkilerinden biri maliyet yapısının iyileşmesidir. Enerji verimliliği, su tüketiminin azaltılması, atık yönetiminde geri kazanım oranlarının artırılması gibi çevresel uygulamalar, KOBİ'lerin hem değişken maliyetlerinde hem de uzun vadeli giderlerinde belirgin düşüşler yaratmaktadır. Enerji tasarruflu ekipman kullanımı, basit davranışsal değişiklikler, üretim hattındaki küçük optimizasyonlar dahi işletmenin finansal yükünü azaltarak doğrudan kârlılığı artırmaktadır. Bununla birlikte ESG uyumu, KOBİ'lerin finansmana erişim süreçlerinde de belirleyici olmaya başlamıştır. Bankalar, sürdürülebilirlik risklerini kredi risk modellerine dâhil ettiği için ESG performansı güçlü işletmeler daha uygun faiz oranları, daha yüksek kredi skorları ve yeşil finansman araçlarına erişim gibi avantajlardan yararlanabilmektedir (Doğan vd. 2025). Dolayısıyla ESG uygulamaları, yalnızca maliyetleri azaltmakla kalmayıp, finansman maliyetlerini iyileştirerek işletmenin finansal esnekliğini de artırmaktadır. Ancak literatürdeki

iyimser tabloya rağmen, KOBİ'ler için ESG uyum süreci kısa vadede ciddi bir ödünleşim içermektedir. Yeşil dönüşüm yatırımlarının geri dönüş sürelerinin uzun olması ve sertifikasyon maliyetleri, nakit akışı sınırlı olan KOBİ'ler üzerinde finansal baskı yaratabilmektedir. Ayrıca, yeterli altyapı olmadan yapılan yüzeysel uygulamalar, işletmeleri Yeşil Aklama riskiyle karşı karşıya bırakarak itibar kaybına yol açma potansiyeli taşımaktadır (Fu vd. 2025).

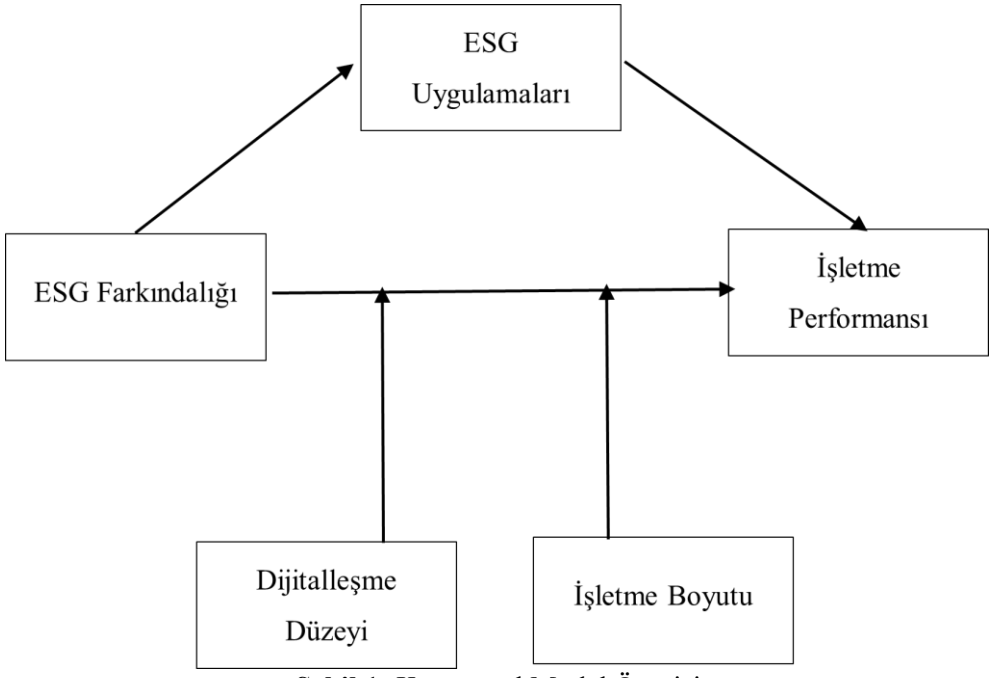
Operasyonel performans boyutunda ESG, süreçlerin disipline edilmesini ve operasyonel risklerin daha iyi yönetilmesini sağlayan bir işleyiş mantığı sunmaktadır. Enerji ve kaynak kullanımının ölçülmesi, atık süreçlerinin kontrol altına alınması, iş güvenliği standartlarının uygulanması ve yönetişim yapılarının güçlendirilmesi gibi uygulamalar, verimlilik artışına doğrudan katkı sağlamaktadır. ESG kapsamında yapılan iyileştirmeler sayesinde hatalı üretim oranları azalmakta, ekipman arızaları daha etkin yönetilmekte, iş kazaları düşmekte ve süreçlerin izlenebilirliği artmaktadır. Bu durum hem operasyonel riskleri azaltmakta hem de süreçlerin daha öngörülebilir ve standart bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Ölçme ve raporlama kültürünün gelişmesi, KOBİ'lerin operasyonel karar alma süreçlerini güçlendirerek daha rasyonel ve veriye dayalı yönetim modellerine geçişini desteklemektedir.

Rekabet gücü ve pazarlama performansı bağlamında ESG, KOBİ'ler için özellikle dış pazarlara açılma ve müşteri ilişkilerinde önemli fırsatlar yaratmaktadır. AB'deki düzenlemeler ve sürdürülebilir ürün talebinin artması, Türk KOBİ'leri açısından ESG'yi doğrudan rekabet faktörü haline getirmiştir. AB'de faaliyet gösteren büyük alıcılar, tedarikçilerinden karbon ayak izi ölçümü, sosyal uygunluk belgeleri ve etik üretim koşullarını karşılamalarını beklemektedir. Bu kriterleri yerine getiren KOBİ'ler, uluslararası müşteri ağlarında daha avantajlı bir konuma geçmekte ve ihracat süreçlerinde tercih edilirlikleri artmaktadır. Ayrıca ESG uygulamaları, marka güvenini ve kurumsal itibarı güçlendiren önemli bir pazarlama aracıdır. Sosyal sorumluluğa duyarlı üretim pratikleri, şeffaf raporlama ve etik yönetim yapısı, işletmenin hem mevcut müşterilerinin güvenini artırmakta hem de yeni müşteri segmentlerine erişimini kolaylaştırmaktadır. Bu kapsamda ESG, KOBİ'lerin pazarlama performansını güçlendiren stratejik bir görünürlük ve güven unsuru hâline gelmektedir.

Söz konusu çalışmalar doğrultusunda ESG, finansal, operasyonel ve rekabetçi performans göstergeleri üzerinde bütünsel ve birbirini güçlendiren etkiler yaratan bir yönetim yaklaşımıdır. KOBİ'ler açısından ESG uygulamalarının benimsenmesi, yalnızca çevresel bir uyum çabası değil; aynı zamanda işletmenin finansal dayanıklılığını artıran, operasyonel risklerini azaltan ve uluslararası pazarlarda sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan stratejik bir performans aracıdır. Bu nedenle ESG, giderek KOBİ'lerin uzun vadeli büyüme ve kurumsallaşma süreçlerinde merkezî bir rol üstlenmektedir.

3. KAVRAMSAL MODEL ÖNERİSİ

KOBİ'lerde ESG farkındalığının işletme performansına nasıl ve hangi mekanizmalar aracılığıyla etki ettiğini açıklayabilmek için çalışmada bütüncül bir kavramsal model önerilmektedir. Modelin temel varsayımı, işletmelerde ESG farkındalığının artmasının, önce belirli ESG uygulamalarının benimsenmesine yol açtığı; bu uygulamaların da finansal, operasyonel ve rekabetçi performans göstergelerinde iyileşme yarattığı yönündedir. Dolayısıyla önerilen yapı (bkz. Şekil 1), ESG farkındalığı → ESG uygulamaları → İşletme performansı şeklinde ilerleyen bir nedensel zinciri kapsamaktadır. Bu yaklaşım, işletmelerde sürdürülebilirlik bilincinin tek başına performansı yükseltmeye yetmediği; ancak bu bilincin kurumsal uygulamalara dönüştüğü ölçüde anlamlı bir performans çıktısı ürettiği varsayımına dayanmaktadır (Hörisch vd., 2020; Tze San vd., 2022). Literatürde Tutum-Davranış Boşluğu olarak tanımlanan olgu, farkındalığın her zaman uygulamaya dönüşmediğini göstermektedir. KOBİ yöneticileri ESG'nin önemine inansa bile (farkındalık), finansal bariyerler veya teknik yetersizlikler (niyetin eyleme dönüşememesi) süreci kesintiye uğratmaktadır. Bu nedenle modelde yer alan dijitalleşme ve işletme boyutu değişkenleri, bu boşluğu kapatan ve niyeti eyleme dönüştüren kritik kolaylaştırıcılar olarak kurgulanmıştır. Böylece farkındalık, performans üzerinde doğrudan değil, uygulamalar üzerinden dolaylı bir etki yaratmaktadır.



Şekil 1: Kavramsal Model Önerisi

Modelde bu temel ilişkinin yanı sıra süreci şekillendiren kritik moderatör değişkenler de bulunmaktadır. Özellikle dijitalleşme düzeyi, KOBİ'lerde ESG uygulamalarının etkin bir şekilde hayata geçirilmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Dijital altyapısı güçlü olan işletmeler; enerji ve kaynak tüketimini daha doğru ölçebilmekte, karbon ayak izini

izleyebilmekte, tedarik zinciri verilerini daha hızlı analiz edebilmekte ve raporlama süreçlerini daha tutarlı biçimde yürütebilmektedir. Dolayısıyla dijitalleşme seviyesi yükseldikçe ESG uygulamalarının performansa olan etkisinin güçleneceği; düşük dijitalleşme düzeyinde ise bu etkinin zayıflayacağı beklenmektedir. Benzer şekilde işletme boyutu da moderatör değişken olarak ele alınabilir; daha büyük ölçekli KOBİ'lerin hem kurumsal kapasite hem de finansal kaynaklar açısından ESG uygulamalarını hayata geçirme olasılığı daha yüksektir. Bu nedenle işletme boyutunun, ESG uygulamalarının performansa yansıma derecesini güçlendiren bir unsur olarak rol oynadığı düşünülmektedir.

Bu ilişkinin literatürde karşılığı bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalar, sürdürülebilirlik veya çevresel farkındalığın tek başına performans artışı yaratmadığını; ancak operasyonel süreçlere entegre edildiğinde maliyet azaltma, verimlilik artışı ve rekabet avantajı sağladığını göstermektedir (Tan vd., 2022). Aynı şekilde dijitalleşmenin sürdürülebilirlik uygulamalarını güçlendiren kritik bir unsur olduğu, özellikle enerji yönetimi, atık takibi ve süreç izlenebilirliği açısından dönüşümün dijital araçlarla hızlandığı literatürde geniş biçimde tartışılmaktadır (Yeşilyaprak, 2025). Bu çerçevede önerilen model, hem mevcut araştırmalar tarafından desteklenen hem de KOBİ'lerin özgün koşullarına uyarlanabilen açıklayıcı bir yapı sunmaktadır.

Önerilen model, ESG farkındalığını tek başına bir çıktı değil, performansı etkileyen bir başlangıç noktası olarak kavramsallaştırmakta; bu farkındalığın uygulamaya dönüşme derecesini belirleyen dijitalleşme ve işletme boyutu gibi faktörlerin süreci şekillendirdiğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, KOBİ'lerde ESG-performans ilişkisini çok boyutlu ve gerçekçi bir biçimde ele alarak çalışmanın teorik katkısını güçlendirmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

ESG yaklaşımı, KOBİ'ler açısından artık gönüllülüğe dayalı bir tercih olmaktan çıkmış; dış ticaret baskıları, müşteri beklentileri ve düzenleyici çerçevedeki dönüşümler nedeniyle stratejik bir zorunluluğa dönüşmüştür. Çalışmanın genel bulguları, sürdürülebilirlik odaklı yönetim anlayışının KOBİ'lerin rekabet gücünü doğrudan etkilediğini, özellikle uluslararası pazarlarda ayakta kalabilmek için ESG çerçevesine uyumun kritik bir koşul haline geldiğini göstermektedir. Bu çerçevede ESG farkındalığı, yalnızca çevresel duyarlılığı artıran bir unsur değil; performansın çok boyutlu gelişimine katkı sağlayan temel bir yönetim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. ESG uygulamalarını benimseyen KOBİ'lerin hem maliyet avantajı elde ettiği hem de sürdürülebilirlik beklentilerinin yükseldiği pazarlarda daha güçlü bir marka konumlandırmasına sahip olduğu görülmektedir (Su, 2025).

Bu doğrultuda KOBİ'lerin ESG uyumunu güçlendirmesi için uygulanabilir bir yol haritası oluşturulması önem taşımaktadır. İlk adım olarak işletmelerin kendi çevresel ve sosyal etkilerini basit ölçüm araçlarıyla değerlendirmesi, enerji tüketimi, atık yönetimi ve iş güvenliği gibi temel alanlarda durum analizi yapması gerekmektedir. İkinci aşamada bu analizlere dayalı olarak küçük ölçekli iyileştirme adımları planlanmalı; enerji verimliliği uygulamaları, temel karbon ölçümü, çalışan memnuniyeti ve iş sağlığı güvenliği standartlarının iyileştirilmesi gibi konular önceliklendirilmeli; süreçler kademeli olarak yazılı hale getirilmelidir. Üçüncü aşamada ise tedarik zinciri standartları, sürdürülebilirlik raporlaması, kurumsal yönetişim mekanizmaları ve dijital izleme altyapıları gibi daha gelişmiş uygulamalara geçiş sağlanmalıdır. Bu yol haritası, KOBİ'lerin adım adım, yönetilebilir bir dönüşüm süreci içerisinde ESG performanslarını geliştirmelerine olanak tanımaktadır.

Bu süreçte devlet teşvikleri, sürdürülebilir üretim programları, yeşil finansman araçları ve karbon odaklı destek mekanizmaları KOBİ'ler için kritik öneme sahiptir. Enerji verimliliği yatırımlarına sağlanan hibeler, yeşil dönüşüm programları, dijitalleşme destekleri ve sürdürülebilirlik eğitimleri, işletmelerin kurumsal kapasitesini güçlendiren önemli politika araçlarıdır. Ayrıca teknoparklar ve organize sanayi bölgeleri de KOBİ'lerin ESG uyum süreçlerinde stratejik bir rol oynayabilir; işletmelere sürdürülebilirlik danışmanlığı, dijital dönüşüm desteği, raporlama altyapısı ve ekosistem iş birlikleri sunarak dönüşümün hızlanmasına katkıda bulunabilir. Bu tür kurumsal destek mekanizmaları, ESG farkındalığını uygulamaya dönüştürme sürecini kolaylaştırmakta ve KOBİ'lerin rekabet gücünü uzun vadeli olarak artırmaktadır.

Sonuç olarak çalışma, ESG'nin KOBİ'ler için yalnızca bir uyum alanı değil, aynı zamanda sürdürülebilir büyüme, performans artışı ve uluslararası rekabet açısından vazgeçilmez bir stratejik çerçeve olduğunu ortaya koymaktadır. ESG uygulamalarının işletme performansına sağladığı avantajlar, KOBİ'lerin bu alana sistematik biçimde yönelmesi gerektiğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın önerdiği kavramsal model ve yol haritası, hem politika yapıcılar hem de uygulayıcılar açısından önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Annesi, N., Battaglia, M., Ceglia, I., & Mercuri, F. (2025). Navigating paradoxes: Building a sustainable strategy for an integrated ESG corporate governance. *Management Decision*, *63*(2), 531-559.

Arslan, Z., & Yağcılar, G. G. (2023). Sürdürülebilir finans kapsamında çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) ile banka karlılığı arasındaki ilişki üzerine uluslararası bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, *14*(40), 1236-1263.

Ateeq, A., Saeed, J., & Ateeq, R. A. (2025). Enhancing Corporate Sustainability Through Transparency and Accountability: A Strategic Approach for Environmental and Social Governance. In *Big Data in Finance: Transforming the Financial Landscape* (pp. 483-490). Springer, Cham.

Bhandari, K. R., Ranta, M., & Salo, J. (2022). The resource-based view, stakeholder capitalism, ESG, and sustainable competitive advantage: The firm's embeddedness into ecology, society, and governance. *Business Strategy and the Environment*, *31*(4), 1525-1537.
Braun, T. (2025). Corporate Sustainability Reporting Directive–engagement of SMEs into the EU multilevel sustainability enforcement system. *Journal of Global Responsibility*, 1-23.
Chen, S., Song, Y., & Gao, P. (2023). Environmental, social, and governance (ESG) performance and financial outcomes: Analyzing the impact of ESG on financial performance. *Journal of environmental management*, *345*, 118829.
Demirkaya, M. A. (2014). *Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde ("Kobi") Finansal Planlama ve Finansal Risk Yönetimi Yolu İle Sürdürülebilirliğin Sağlanması ve Bir Uygulama Örneği* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).
Deveciyan, M. E. R. İ., & Bataklar, S. (2024). Sustainable Turkish SMEs: challenges and opportunities in adopting green competitive strategies. *Revista Amazonia Investiga*, *13*(78).
Doğan, M., Chelery Komath, M. A., & Sayilir, Ö. (2025). Credit rating prediction with ESG data using data mining methods. *Future Business Journal*, *11*(1), 79.
Fu, Y., Wang, S., Wang, S., Chen, S., & Jiang, B. (2025). The green fog: the negative fallout of greenwashing on corporate reputation. *Social Responsibility Journal*.
Hörisch, J., Wulfsberg, I., & Schaltegger, S. (2020). The influence of feedback and awareness of consequences on the development of corporate sustainability action over time. *Business Strategy and the Environment*, *29*(2), 638-650.
Kumbalı, H. Ç., İncekara, M., & Sarıkaya, M. (2022). KOBİ'lerde Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirlik: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Karşilaştirmasi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *13*(26), 789-823.
Kurt, E. S., & Cavlak, H. (2022). Kurumsal raporlama ekosistemi: unsurlar, düzenlemeler ve öngörüler. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, *24*(MODAVICA Özel Sayısı), 298-330.
Kuzmina, J., Maditinos, D., Norena-Chavez, D., Grima, S., & Kadłubek, M. (2023). ESG integration as a risk management tool within the financial decision-making process. In *Digital Transformation, Strategic Resilience, Cyber Security and Risk Management* (pp. 105-113). Emerald Publishing Limited.
Sharma, M., Shah, J. K., & Joshi, S. (2023). Modeling enablers of supply chain decarbonisation to achieve zero carbon emissions: an environment, social and governance (ESG) perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(31), 76718-76734.
Su, Ü. B. (2025). ESG skoru ve alt boyutlarının borçlanma maliyetleri üzerindeki etkisi: BIST 100 uygulaması.
Şeker, Y., & Şengür, E. (2022). Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (Esg) Performansı: Uluslararası Bir Araştırma. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, *15*(2), 349-387.
Tan, K., Siddik, A. B., Sobhani, F. A., Hamayun, M., & Masukujjaman, M. (2022). Do environmental strategy and awareness improve firms' environmental and financial performance? The role of competitive advantage. *Sustainability*, *14*(17), 10600.
Tze San, O., Latif, B., & Di Vaio, A. (2022). GEO and sustainable performance: the moderating role of GTD and environmental consciousness. *Journal of Intellectual Capital*, *23*(7), 38-67.
Uyduranoğlu, A., Gevrek, Z. E., & Acar, S. (2023). Avrupa yeşil mutabakati'na uyum çerçevesinde türkiye'deki işletmelerin emisyon ticaretine verdikleri desteği etkileyen faktörler. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, *22*(1), 257-289.
Yeşilyaprak, M. (2025). Dijitalleşmenin Sürdürebilirlik Üzerindeki Etkisi: Lojistik Sektörü. *Beykoz Akademi Dergisi*, *13*(1), 569-587.
Yu, Z., Farooq, U., Alam, M. M., & Dai, J. (2024). How does environmental, social, and governance (ESG) performance determine investment mix? New empirical evidence from BRICS. *Borsa Istanbul Review*, *24*(3), 520-529.

TÜRKİYE'DE İŞLETİLEN MİKA OCAKLARINDA ÇALIŞAN İŞÇİLERİN MARUZ KALDIĞI POTANSİYEL OLARAK ZEHİRLİ ELEMENTLERİN SEBEP OLABİLECEĞİ SAĞLIK RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Aybaba HANÇERLİOĞULLARI
Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye
ORCID: 0000-0000-1700-8480
Aslı KURNAZ
Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7910-3461
Şeref TURHAN
Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5303-3680

ÖZET

Ekosistemlerin, biyotada hiçbir fizyolojik işlevi olmayan ve çok zehirli olan Cr, Pb, As ve Hg gibi potansiyel olarak toksik elementlerle (PTE'ler) kirlenmesi, halk sağlığı üzerinde ciddi sonuçları olan küresel bir sorun hâline gelmiştir. PTE'ler, uzun ömürleri, toksisiteleri ve biyotik çevrede birikme kabiliyetleri nedeniyle insanlar için tehlikelidir. Çoğu PTE mikrobiyal veya kimyasal olarak parçalanamadığı için toprakta uzun süre kalabilirler. Karasal ekosistem için bir tehdit oluşturmanın yanı sıra, su hareketi, atmosferik dolaşım ve biyolojik iletim yoluyla çevredeki çevresel alanlara taşınabilirler. Bu durum ekolojik dengeyi ciddi şekilde etkileyebilir. Topraklarda PTE birikimi, çeşitli hastalık ve bozukluklara yol açan yüksek organizmalar için ciddi sağlık tehlikeleri oluşturur ve PTE'lerin oluşumu ile insanlardaki toksik etkileri arasında önemli ilişkiler vardır. Toprakta doğal olarak bulunan PTE'ler, kayaların ve cevherlerin ayrışması nedeniyle birikir. Ayrıca, endüstriyel ürünler, pestisitler ve boyalar, belediye ve endüstriyel atıklar, gübre uygulamaları, madencilik faaliyetleri ve atmosferik birikim nedeniyle topraklarda yerel veya bölgesel olarak önemli PTE birikimi meydana gelebilir. Mika, ince tabakalar halinde ayrılmalarını sağlayan benzersiz katmanlı yapılarıyla bilinen bir sulu alüminyum silikat mineralleri grubudur. En belirgin mika türleri arasında muskovit, biyotit, flogopit ve lepidolit bulunur ve her biri renk ve kimyasal bileşim bakımından farklılık gösterir. Mika, dünya çapında yaygın olarak bulunur ve magmatik, metamorfik ve tortul kayaçlarda bulunabilir. Mika grubu mineralleri, özellikle muskovit, benzersiz elektriksel, termal, mekanik ve mükemmel bazal ayrılma özellikleri nedeniyle otomotiv, inşaat, kâğıt, plastik vb. gibi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Mika minerali doğal olarak eser miktarda PTE'ler içerebilir. Bu PTE'ler, mika ocaklarında üretim aşamasında çevreyi ve insan sağlığını etkileyebilir. Bu çalışma, Türkiye'de ticari olarak işletilen ve Manisa ili Yatağan ilçesi Hisarardı bölgesinde yer alan mika ocaklarında çalışan yetişkin işçilerin maruz kaldığı mika tozu ve mika

parçacıklarındaki PTE'lerden (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn ve Pb) kaynaklanabilecek sağlık riskleri değerlendirildi. İşçiler için kanserojen olmayan ve kanserojen ve sağlık riskleri, üç maruz yolu (solunum, sindirme ve cilt teması) göz önüne alınarak tehlike indisi ve toplam kanser risk indisi hesaplanarak değerlendirildi. Ortalama toplam tehlike indeksi değeri 0,02 olarak ve ortalama toplam kanser risk indeksi değeri ise $3,9 \times 10^{-5}$ olarak hesaplandı. Bu değerler, mika ocak işçileri için sağlık risklerinin, tehdit boyutunda olmadığını gösterdi.

Anahtar kelimeler: Mika, Potansiyel olarak zehirli element, Kanserojen sağlık riski, Kanserojen olmayan sağlık riski

ASSESSMENT OF HEALTH RISKS CAUSED BY POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS TO WORKERS EXPOSED IN MICA QUARRIES OPERATED IN TÜRKİYE

ABSTRACT

Contamination of ecosystems with potentially toxic elements (PTEs), such as Cr, Pb, As, and Hg, which have no physiological function in the biota and are highly toxic, has become a global problem with serious consequences for public health. PTEs are hazardous to humans due to their longevity, toxicity, and ability to accumulate in the biotic environment. Because most PTEs cannot be microbially or chemically degraded, they can persist in soil for extended periods. In addition to posing a threat to terrestrial ecosystems, they can be transported to surrounding environmental areas through water movement, atmospheric circulation, and biological transmission. This can seriously impact the ecological balance. PTE accumulation in soils poses serious health hazards to higher organisms, causing various diseases and disorders, and there are important relationships between the formation of PTEs and their toxic effects in humans. In natural soils, PTEs accumulate due to the weathering of rocks and ores. Additionally, significant accumulation of PTE in soils can occur locally or regionally due to industrial products, pesticides and dyes, municipal and industrial wastes, fertilizer applications, mining activities, and atmospheric deposition. Mica is a group of hydrous aluminium silicate minerals known for their unique layered structure, which allows them to separate into thin sheets. The most prominent types of mica include muscovite, biotite, phlogopite, and lepidolite, each varying in color and chemical composition. Mica is widely distributed worldwide and can be found in igneous, metamorphic, and sedimentary rocks. Mica group minerals, particularly muscovite, are used in various industries, including automotive, construction, paper, and plastics, due to their unique electrical, thermal, mechanical, and excellent basal separation properties. Mica mineral may naturally contain trace amounts of PTEs. These PTEs can affect the environment and human health during the production phase in mica quarries. This study

assessed the health risks for adult workers, working in Türkiye's commercially operated mica quarries located in the Hisarardı region of the Yatağan district of Manisa province, may be exposed to from PTEs (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, and Pb) in mica dust and mica particles. Non-carcinogenic and carcinogenic health risks for workers were assessed by estimating the hazard index and total cancer risk index, considering three exposure routes (inhalation, ingestion, and dermal contact). The average total hazard index value was calculated as 0.02, and the average total cancer risk index value was 3.9×10^{-5}. These values indicated that the health risks for mica mine workers were not threatening.

Keywords: Mica, Potentially toxic element, Carcinogenic health risk, Non-carcinogenic health risk

1. INTRODUCTION

Today, mining has become one of the most essential and important industries in the global economy, providing essential raw materials and minerals for a variety of sectors, from technology to infrastructure. However, the mining industry is also associated with severe environmental degradation, social displacement, and economic inequality. Extraction, processing, separation and enrichment processes within the mining industry can release pollutants such as harmful chemicals and potentially toxic metals into the environment and atmosphere, causing erosion, sinkhole formation, biodiversity loss, or soil, groundwater, and surface water contamination. These mining processes also impact the atmosphere through carbon emissions, which contribute to climate change (Sonter et al. 2018). Due to the vast amount of waste generated by mineral extraction, estimated at over 100 billion tons annually, the environmental concerns arising from mine waste management are of paramount importance worldwide (García and Rosique 2025). It has long been recognized that degraded and contaminated lands are part of the burden of minerals and metals needed for human activities (García and Rosique 2025). Approximately 3,500 mine waste facilities operate worldwide (García and Rosique 2025). In Europe, the United Kingdom, Germany, Poland, Romania, and Sweden produce approximately 70% of the continent's mine waste. Europe's global contribution has decreased from approximately 23% in 1980 to 8% in 2013 (García and Rosique 2025). In the European context, mine waste accounted for approximately 30% of all waste generated in 2012, but this figure fell to 23% a decade later, in 2022. Paradoxically, much of this waste material ends up in mine ponds and landfills due to the difficulties in reusing these residues in other activities (García and Rosique 2025). Hence, environmental pollution caused by potentially toxic elements (PTEs) or potentially toxic heavy metals (PTHMs) resulting from such mining processes is increasingly becoming a global problem and a significant source of

concern due to its negative effects on the environment and living things (Das et al. 2023). Approximately 20% of PTEs, or PTHMs, indiscriminately discharged into the environment originate from mining waste (Das et al. 2023). Unfortunately, due to improper waste management and disposal methods, soil, drinking water, and food become contaminated with these PTEs. These contaminants enter the food chain and have adverse effects on living organisms. Chronic exposure to these mining pollutants has led to harmful health effects. The natural environment is exposed to pollution from a variety of sources, and mining, in particular, contributes significantly to the release of PTEs from human activities (Das et al. 2023). PTEs are well-known environmental pollutants due to their toxicity, long-term persistence in the atmosphere, and ability to accumulate in the human body through bioaccumulation. Exposure to PTEs can cause a variety of serious human illnesses, including respiratory problems, kidney pathologies, neurological disorders, and cancers (Sall et al. 2020). For example, chromium (Cr) is a carcinogen and can cause skin lesions and respiratory problems. Additionally, cadmium (Cd) can cause kidney problems and high blood pressure. Lead (Pb) can cause neurological disorders and reduced fertility (Sall et al. 2020).

Human health risk assessment related to PTEs is performed using two different methods: Deterministic risk assessment (DRA) and Probabilistic risk assessment (PRA) (Sall et al. 2020). DRA is the most widely used method for assessing the carcinogenic, non-carcinogenic risk, and hazard quotient of PTEs in environmental samples. By determining whether the carcinogenic, non-carcinogenic risk and hazard quotient of PTEs exceed the risk acceptance level, the impact of PTEs on human health can be assessed (Sall et al. 2020). DRA uses safety factors or conservative parameters to ensure that the true risk is not underestimated. However, its results often do not reflect the true situation. PRA provides a reasonable improvement over DRA by generating a range of risk values and the average estimate and degree of conservatism of these estimates (Sall et al. 2020). In PRA risk calculations, the 90–99.9% range of the cumulative probability distribution is considered the maximum exposure within a reasonable range (Sall et al. 2020). The probability that the true risk at the site is greater than this range is 0.1–10%. In recent years, some scientists have used pollution sources to quantitatively assess human health risks, and human health risk assessments based on the sources of contamination of soil PTEs in industrial facilities provide a more direct response to the impact of industrial production on human health than deterministic and probabilistic risk assessments. In contaminated industrial facilities, the sources of PTE pollution are primarily related to industrial production (Sall et al. 2020). Different industrial production activities will produce different sources of PTE pollution, which will have different effects on human health risks. Therefore, understanding the impact

of industrial production activities on human health risks is crucial not only for controlling pollution at the source but also for providing a reference for optimizing industrial production. Furthermore, industrial areas differ from other areas, such as agricultural lands, where a single pollution source is often present, the area is large, and the physical and chemical properties of the soil are relatively uniform. Due to the small total area of industrially contaminated areas, changes in the physical and chemical properties of the soil also have a significant impact on PTEs. Therefore, analysis of the physical and chemical properties of soil in industrial areas is also necessary. Considering the aforementioned conditions, mica quarries were selected for this study.

Due to recent developments in the world of industrial raw materials, the importance of mica in this field has gradually increased. While various geological and especially economic geological studies have been conducted on mica-containing deposits worldwide (such as the U.S., Canada, India, and the U.K.), despite the rich mica deposits in Türkiye, no studies have yet been conducted to evaluate mica as an industrial raw material (DPT 2001). Powdered mica, a new industrial raw material for Türkiye, is widely used in industrial areas worldwide. Its use has been particularly enhanced by its inclusion among alternative materials to asbestos, whose harmful effects on the environment have been identified. Türkiye has rich mica deposits that can be utilized for industrial purposes. In addition to mica formations associated with pegmatites, metamorphic rocks such as muscovite and schist also constitute reserves as industrial raw materials. Mica is primarily obtained from rocks such as pegmatite, granite, and mica-schist worldwide (DPT 2001). To date, there has been no domestic production of mica powder in our country, and the production of sheet mica from pegmatitic formations has been conducted under unfavourable and extremely limited conditions (DPT 2001). Several problems, such as the inability to detect mica reserves in pegmatitic formations and the small size of the formations, preclude active and efficient mining activities. Sheet mica obtained from pegmatitic mining, although primarily used in the electrical and electronics industry has been gradually decreasing due to developments in recent years (DPT 2001). Operational difficulties and reserves have limited sheet mica production, and various materials such as plastics, fiberglass, various ceramics, and mica paper have begun to be used as alternative materials in the electrical and electronics industry. Meanwhile, the use of powdered mica has gradually increased (DPT 2001).

In this study, for the first time, HHR assessment was conducted for adult quarry workers working in three commercially operated mica quarries in the Hisarardı region of the Yatağan district of Manisa province using the DRA method. The HHR assessment was based on the PTE

(Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, and Pb) concentration values analyzed in eighty-four mica samples collected from three mica quarries by Krista et al. (2022). In the HHR assessment, the potential exposure of quarry workers to these PTEs through inhalation, ingestion, and dermal contact are considered. The hazard index (HI) for non-carcinogenic HHR assessment and the cancer risk (CR) for carcinogenic HHR assessment were estimated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection, preparation and measurement of sample

Mica is the name given to hydroaluminum silicate minerals with a complex composition and plate-like structure, possessing diverse physical and chemical properties. Mineralogical, micas constitute 3.8% of the Earth's crust by weight and are particularly abundant in acidic igneous and metamorphic rocks (DPT 2001). Among the mica group minerals, the main industrially important minerals are muscovite and phlogopite (DPT 2001). Mica is a mineral found primarily in granitic igneous rocks and metamorphic rocks such as schist and gneiss. Muscovite, found in metamorphic and igneous rocks, is not affected by chemical weathering and is found as a fine-grained detrital mineral in some sedimentary rocks (DPT 2001). Coarsely crystalline muscovite and phlogopite sheets are generally found in rocks that have undergone regional metamorphism. Granite-composed pegmatitic rocks constitute the main source of sheet mica (DPT 2001). Phlogopite sheets are found around granitic rocks and in sedimentary rocks affected by contact metamorphism (DPT 2001). Pegmatites generally constitute the main source of sheet mica suitable for commercial use (DPT 2001). Although muscovite-bearing rocks are abundant in the Earth's crust, very few of these formations are of commercial importance. These types of pegmatites are light-coloured, coarsely crystalline igneous rocks. They are typically found as dykes in mafic rock masses and large granite intrusions (DPT 2001). Commercially, mica is divided into two categories: "processed" and "unprocessed." The term "processed mica" is generally used for mica created by artificially bonding thin, small mica flakes to each other and is divided into the following groups (DPT 2001): Micanite, mica paper and mica glass (DPT 2001). Unprocessed mica characterizes a material that has not undergone any processing other than simple shaking and separation. Unprocessed mica is classified into three main groups: sheet, scrap, flakes, and powdered mica. The properties that make powdered mica so important in the industrial field need to be carefully examined. Mica has physical, chemical, and mechanical properties not found in other industrial raw materials (DPT 2001). It is a natural mineral with superior mechanical, thermal, and electrical properties, high tensile and flexural strength, and is transparent, elastic, flexible, hard, and relatively inexpensive (DPT 2001).

The details of collection and preparation of 84 mica samples from three mica quarries and analysis of PTEs using an energy dispersive X-ray fluorescence (ED-XRF) were given in the study performed by Krista et al. (2022). In this study, the HHRs due to the exposure to PTEs (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, and Pb) by inhalation, ingestion and skin contact of workers working in the mica quarries located in Gördes (Manisa), where the samples were collected, were assessed based on the concentration of the PTEs in mica samples presented by Krista et al. (2022).

2.2. Assessment of human health risk

Powdered mica is produced using three different methods (DPT 2001). These processes primarily involve dry, micronized, and wet grinding, depending on the area of use. The products obtained from these three processes vary significantly from one another in terms of their physical properties and, in particular, their appearance. Following the pulverization of mica, the resulting product is further divided into various groups based on grain size (DPT 2001). The scrap and waste mica generated during the processing and enrichment of flake and sheet mica requires further processing. This process, in terms of ore preparation techniques, involves grinding the mica and separating it into thinner sheets along the cleavage surfaces. Because the thinnest flakes of mica are strong and elastic and these properties are effective during the crushing process, some problems exist in achieving significant changes in grain size (DPT 2001). Therefore, different grinding methods must be applied during mica processing, depending on the industrial use.

Mica quarry workers are exposed to mica dust at every stage of production. PTEs in mica dust may pose potential HHRs by ingestion, inhalation, and dermal (skin) contact. PTEs have many harmful effects on human health, they can be divided into carcinogenic and non-carcinogenic (Miletić et al. 2023). Therefore, HHR assessment is often based on the estimation of carcinogenic and non-carcinogenic risks (Miletić et al. 2023). Determining the levels of PTEs that cause health consequences is the most important step. Additionally, the frequency of mica dust exposure, duration of exposure, and route of exposure should be defined. In this study, three exposure pathways, including inhalation of particles in emitted from mica dust, incidental oral ingestion of mica particles, and dermal contact with mica, were primarily considered to assess HHRs. Non-carcinogenic risk is expressed by the hazard index (HI) and carcinogenic risk is expressed by the total carcinogenic risk (TCR) index (Miletić et al. 2023). Fig. 1 schematically shows the HHR evaluation stages (Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025).

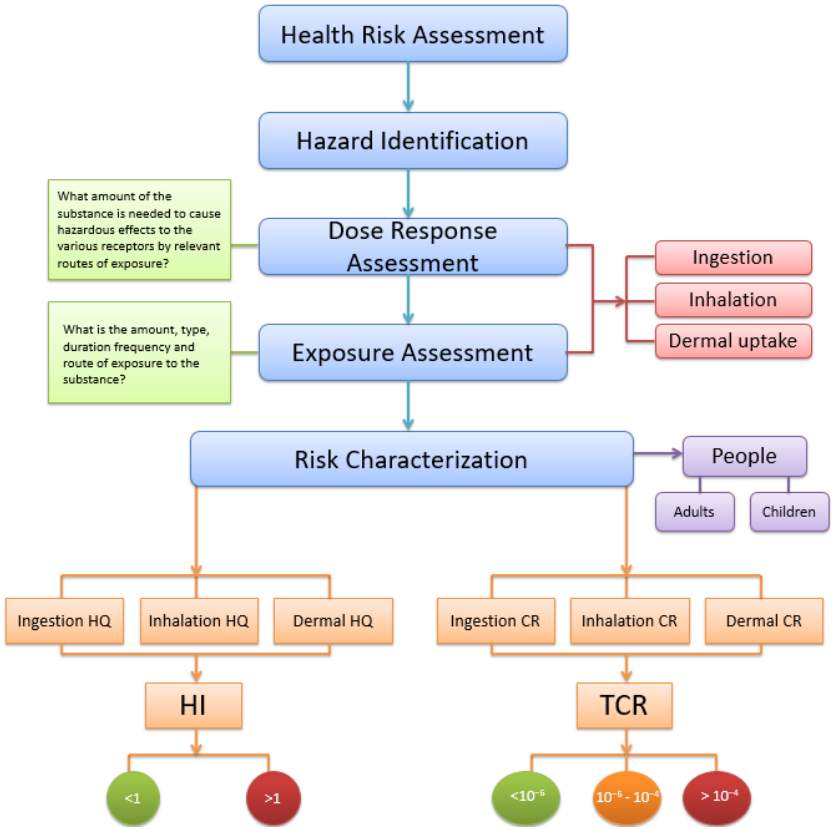


Fig. 1 Schematic of the procedure for carcinogenic and non-carcinogenic potential human health risk evaluation (Turhan et al. 2025)

The chronic daily intake (CDI in mg/kg· d) in these three exposure pathways within the scope of the potential human health risk evaluation model proposed by the United States Environmental Protection Agency (USEPA) was estimated for quarry workers using the following equations (USEPA 2011; Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025):

$$CDI_{Inh} = \frac{C \times InhR \times EF \times ED}{PEF \times BM \times AT} \quad (1)$$

$$CDI_{Ing} = \frac{C \times IngR \times EF \times ED \times 10^{-6}}{BM \times AT} \quad (2)$$

$$CDI_{Derm} = \frac{C \times SA \times AF \times ABS \times EF \times ED \times 10^{-6}}{BM \times AT} \quad (3)$$

The estimation of the non-carcinogenic HHRs refers to the determination of the effect of PTEs in mica samples on non-carcinogenic consequences in adult workers. Hazard quotient (HQ) and hazard index (HI) are utilized to estimate the non-carcinogenic HHRs (Miletić et al. 2023). HQ was estimated as follows (Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025):

$$HQ_{i,Inh} = \frac{CDI_{i,Inh}}{R_fD_{i,Inh}} \quad (4)$$

$$HQ_{i,Ing} = \frac{CDI_{i,Ing}}{R_fD_{i,Ing}} \quad (5)$$

$$HQ_{i,Derm} = \frac{CDI_{i,Derm}}{R_fD_{i,Derm}} \quad (6)$$

$$HQ_i = HQ_{i,Inh} + HQ_{i,Ing} + HQ_{i,Derm} \quad (7)$$

where R_fD_{Inh}, R_fD_{Ing}, and R_fD_{Derm} are the inhalation and ingestion and dermal reference doses, respectively. HQ_i values estimated for each PTE in the mica sample are summed to obtain the hazard index (HI) as follows (Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025):

$$HI = \sum_{i=1}^{n} HQ_i \quad (8)$$

where n is the number of PTEs analyzed in the mica samples. If HI values are below the value of 1, there is a negligible non-carcinogenic HHR. However, If HI values are above the value of 1, the non-carcinogenic HHR risk may occur with a probability that tends to rise as the increases of HI value (USEPA 2011; Turhan et al. 2025).

Carcinogenic risk (CR) and total carcinogenic risk (TCR) parameters were estimated using the following formulas to assess the carcinogenic effect of PTEs on adult workers (Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025):

$$CR_{i,Inh} = CDI_{i,Inh} \times CSF_{i,Inh} \quad (9)$$

$$CR_{i,Ing} = CDI_{i,Ing} \times CSF_{i,Ing} \quad (10)$$

$$CR_{i,Derm} = CDI_{i,Derm} \times CSF_{i,Derm} \quad (11)$$

$$TCR_i = CR_{i,Inh} + CR_{i,Ing} + CR_{i,Derm} \quad (12)$$

where CSF_{Inh}, CSF_{Ing}, and CSF_{Derm} are the inhalation and ingestion and dermal cancer slope factors, respectively. If the TCR values are within the range from 1×10^{-6} to 1×10^{-4}, there is an acceptable carcinogenic HHR level. If the TCR $< 1 \times 10^{-6}$, there is negligible carcinogenic HHR. However, TCR $> 1 \times 10^{-4}$ indicates an unacceptable carcinogenic HHR (USEPA 2011; Turhan et al. 2025).

All the above parameters and their reference values used for the assessment of potential human health risks for adult workers are given in Table 1.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The values of the CDI estimated for workers to assess the non-carcinogenic and carcinogenic HHRs due to each PTEs analyzed in mica samples are given in Table 2. It can be seen from

Table 2 that the average values of the CDI varied from 8.4×10^{-7} mg/kg·d (Pb) to 7.8×10^{-3} mg/kg·d (Fe) for CDI_{Ing}, 1.2×10^{-10} mg/kg·d (Pb) to 1.1×10^{-6} mg/kg·d (Fe) for CDI_{Inh} and 2.5×10^{-8} mg/kg·d (Cu) to 5.1×10^{-5} mg/kg·d for CDI_{Derm}.

The values of HQ and HI estimated for workers to evaluate the non-carcinogenic HHRs due to each PTE analyzed in mica samples are presented in Table 3. It can be seen from Table 3 that the average values of the HQ_i varied from 9.2×10^{-5} (Zn) to 1.1×10^{-2} (Fe) for HQ_{Ing}, 9.2×10^{-5} (Cr) to 3.5×10^{-8} (Pb) for HQ_{Inh} and 4.0×10^{-4} (Cr) to 1.1×10^{-4} (Pb) for HQ_{Derm}. The average values of the HI_i were 1.9×10^{-2} (HI_{Ing}), 9.8×10^{-4} (HI_{Inh}) and 1.7×10^{-3} (HI_{Derm}). The HI value was estimated as 0.02, which is lower than the risk limit of 1.

The values of carcinogenic risk and total carcinogenic risk estimated for workers to evaluate the carcinogenic HHRs due to PTEs analyzed in mica samples are presented in Table 4. It can be seen from Table 4 that the average values of the CR_i varied from 7.1×10^{-9} to 9.0×10^{-6} for CR_{Ing}, 5.2×10^{-12} to 1.1×10^{-7} for CR_{Inh} and 1.6×10^{-9} to 2.4×10^{-5} for CR_{Derm}. The average values of the TCR_i were 1.2×10^{-5} for TCR_{Ing}, 1.1×10^{-7} for TCR_{Inh} and 2.7×10^{-5} for TCR_{Derm}. These values are within safety range of $1.0 \times 10^{-4} – 1.0 \times 10^{-6}$ recommended by the USEPA.

Table 1. Exposure parameters and their reference values used for evaluation of potential human health risks

Parameters	Units	Values			References
Concentration (C)	mg/kg	-			Krista et al. 2022
Inhalation rate (InhR)	m^3/d	20			USEPA 2011
Exposure frequency (EF)	d	105			Turhan et al. 2025
Exposure duration (ED)	y	24			Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025
Particle emission factor (PEF)	m^3/kg	1,36E+09			USEPA 2011
Average body mass (BM)	kg	70			USEPA 2011
Average exposure time (AT)	d	2520 and 27302 for non- carcinogenic and carcinogenic, respectively			Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025b
Surface area of skin (SA)	cm^2	3300			USEPA 2024
Skin adherence factor (AF)	mg/cm^2/d	0,2			USEPA 2024
Dermal absorption factor (ABS)	mg/cm^2	0.001 and 0.01 for non- carcinogenic and carcinogenic, respectively			Miletić et al. 2023; Turhan et al. 2025
Ingestion rate (IngR)	mg/d	100			USEPA 2011
HM	Reference dose (R_fD) (mg/kg·d)				Reference
	Ingestion	Inhalation	Dermal		
Cr (VI)	3,0E-03	2,86E-05	3,00E-03		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Mn	0,14	1,40E-05	1,84E-03		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Fe	0,7	7,00E-01	7,00E-02		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Co	2,0E-02	2,25E-02	1,60E-02		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Ni	0,02	2,10E-02	8,00E-04		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Cu	4,E-02	4,02E-02	1,20E-02		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Zn	0,3	0,3	6,00E-02		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Pb	3,5E-03	3,50E-03	5,24E-04		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
HM	Cancer slope factor (SF) (1/(mg/kg d)				Reference
	Ingestion	Inhalation	Dermal		
Cr (VI)	0,5	42	20		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Ni	1,7	0,84	22,75		USEPA 2004; Miletić et al. 2023
Pb	8,5E-03	4,20E-02	2,83E-02		USEPA 2004; Miletić et al. 2023

Table 2. Average and range (min-max) of the chronic daily intake

Potentially toxic element		CDI (mg/kg·d)		
		Ingestion	Inhalation	Dermal
Cr	Average	1.8×10^{-5}	2.6×10^{-9}	1.2×10^{-6}
	Min	8.8×10^{-7}	1.3×10^{-10}	5.8×10^{-8}
	Max	5.0×10^{-4}	7.4×10^{-8}	3.3×10^{-5}
Mn	Average	8.4×10^{-5}	1.2×10^{-8}	5.5×10^{-7}
	Min	4.3×10^{-5}	6.3×10^{-9}	2.8×10^{-7}
	Max	6.5×10^{-4}	9.5×10^{-8}	4.3×10^{-6}
Fe	Average	7.8×10^{-3}	1.1×10^{-6}	5.1×10^{-5}
	Min	5.5×10^{-3}	8.1×10^{-7}	3.7×10^{-5}
	Max	2.3×10^{-2}	3.4×10^{-6}	1.5×10^{-4}
Co	Average	9.7×10^{-6}	1.4×10^{-9}	6.4×10^{-8}
	Min	4.3×10^{-6}	6.3×10^{-10}	2.8×10^{-8}
	Max	6.5×10^{-5}	9.6×10^{-9}	4.3×10^{-7}
Ni	Average	2.0×10^{-6}	2.9×10^{-10}	1.3×10^{-7}
	Min	8.0×10^{-7}	1.2×10^{-10}	5.3×10^{-8}
	Max	7.0×10^{-5}	1.0×10^{-8}	4.6×10^{-6}
Cu	Average	3.7×10^{-6}	5.5×10^{-10}	2.5×10^{-8}
	Min	8.6×10^{-7}	1.3×10^{-10}	5.7×10^{-9}
	Max	5.6×10^{-5}	8.2×10^{-9}	3.7×10^{-7}
Zn	Average	2.8×10^{-5}	4.0×10^{-9}	1.8×10^{-7}
	Min	6.0×10^{-7}	8.8×10^{-10}	4.0×10^{-8}
	Max	2.1×10^{-6}	1.3×10^{-8}	5.8×10^{-7}
Pb	Average	8.4×10^{-5}	1.2×10^{-10}	5.5×10^{-8}
	Min	2.9×10^{-7}	4.3×10^{-11}	1.9×10^{-8}
	Max	2.1×10^{-6}	3.0×10^{-10}	1.4×10^{-7}

Table 3. Average and range (min-max) of the hazard quotient and hazard index

Potentially toxic element		HQ		
		Ingestion	Inhalation	Dermal
Cr	Average	6.0×10^{-3}	9.2×10^{-5}	4.0×10^{-4}
	Min	2.9×10^{-4}	4.5×10^{-6}	1.9×10^{-5}
	Max	1.7×10^{-1}	2.6×10^{-3}	1.1×10^{-2}
Mn	Average	6.0×10^{-4}	8.8×10^{-4}	3.0×10^{-4}
	Min	3.1×10^{-4}	4.5×10^{-4}	1.5×10^{-4}
	Max	4.6×10^{-3}	6.8×10^{-3}	2.3×10^{-3}
Fe	Average	1.1×10^{-2}	1.6×10^{-6}	7.3×10^{-4}
	Min	7.9×10^{-3}	1.2×10^{-6}	5.2×10^{-4}
	Max	3.3×10^{-2}	4.8×10^{-6}	2.2×10^{-3}
Co	Average	4.8×10^{-4}	6.3×10^{-8}	4.0×10^{-6}
	Min	2.1×10^{-4}	2.8×10^{-8}	1.8×10^{-6}
	Max	3.3×10^{-3}	4.2×10^{-7}	2.7×10^{-5}
Ni	Average	9.7×10^{-5}	1.4×10^{-8}	1.6×10^{-4}
	Min	4.0×10^{-5}	5.6×10^{-9}	6.6×10^{-5}
	Max	3.5×10^{-3}	4.9×10^{-7}	5.7×10^{-3}
Cu	Average	9.4×10^{-5}	1.4×10^{-8}	2.1×10^{-6}
	Min	2.1×10^{-5}	3.1×10^{-9}	4.7×10^{-7}
	Max	1.4×10^{-3}	2.0×10^{-7}	3.1×10^{-5}
Zn	Average	9.2×10^{-5}	1.3×10^{-8}	3.0×10^{-6}
	Min	2.0×10^{-5}	2.9×10^{-9}	6.6×10^{-7}
	Max	3.0×10^{-4}	4.3×10^{-8}	9.7×10^{-6}
Pb	Average	2.4×10^{-4}	3.5×10^{-8}	1.1×10^{-4}
	Min	8.3×10^{-5}	1.2×10^{-8}	3.7×10^{-5}
	Max	5.9×10^{-4}	8.6×10^{-8}	2.6×10^{-4}
	$HI_i=\Sigma HQ_i$	1.9×10^{-2}	9.8×10^{-4}	1.7×10^{-3}
	$HI=\Sigma HI_i$	2.2×10^{-2}		

Table 4. Values of carcinogenic risk and total carcinogenic risk

Potentially toxic element		CR		
		Ingestion	Inhalation	Dermal
Cr	Average	9.0×10^{-6}	1.1×10^{-7}	2.4×10^{-5}
	Min	4.4×10^{-7}	5.5×10^{-9}	1.2×10^{-6}
	Max	2.5×10^{-4}	3.1×10^{-6}	6.6×10^{-4}
Ni	Average	3.3×10^{-6}	2.4×10^{-10}	2.9×10^{-6}
	Min	1.4×10^{-6}	9.9×10^{-11}	1.2×10^{-6}
	Max	1.2×10^{-4}	8.6×10^{-9}	1.0×10^{-4}
Pb	Average	7.1×10^{-9}	5.2×10^{-12}	1.6×10^{-9}
	Min	2.5×10^{-9}	1.8×10^{-12}	5.4×10^{-10}
	Max	1.7×10^{-8}	1.3×10^{-11}	3.8×10^{-9}
	$TCR_i=\Sigma CR_i$	1.2×10^{-5}	1.1×10^{-7}	2.7×10^{-5}
	$TCR=\Sigma TCR_i$	3.9×10^{-5}		

CONCLUSIONS

Human health risk assessment is a critical approach used to estimate the significant risks that arise when workers in mica quarries or end users of mica as an additive material come into contact with potentially toxic element contaminants. The results revealed that HQ, HI, CRI, and TRC values are all within safe levels. Consequently, the data obtained is information that can create awareness for both mica quarry workers and mica consumers. Even if the estimated risk parameters are within the safety limit, situations that may threaten the health of employees may occur. In this case, it should be mandatory and controlled to take necessary precautions such as preventing employees from breathing mica dust.

REFERENCES

Das AP, Mallavarapu M, Ghosh S. (2023). Ecotoxicity of mining pollutants on the environment and their remediation. Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 5, 165–167.

DPT (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II (Mika-Zeolit-Lületaşı) Çalışma Grubu Raporu, DPT, Ankara.

García G, Rosique G. (2025). Underlying causes of long-term environmental pollution by waste from an abandoned metal mining district: when legislative and remediation measures are ineffective. *Environments,* 12(1), 1–30.

Krista E, Turhan Ş, Kurnaz A, Hançerlioğulları A. (2022) Distribution of elemental compositions of muscovite quarries in Turkey. Journal of Polytechnic, 25(3), 1271–1279.

Miletić A, Lučić M, Onjia A. (2023). Exposure factors in health risk assessment of heavy metal(loid)s in soil and sediment. Metals 13(7), 1–28.

Sall, M. L., Diaw, A. K. D., Gningue-Sall, D., Efremova Aaron, S., Aaron, J. J. (2020). Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review. Environmental Science and Pollution Research International, 27(24), 29927–29942.

Sonter KJ, Ali SH, Watson JEM. (2018). Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 285(20181926), 1–9.

Turhan Ş, Altuner EM, Bakır TK, Duran C, Hançerlioğulları A, Kurnaz A. (2025). Assessment of Human Health Risk Caused by Heavy Metals in Kiln Dust from Coal-Fired Clay Brick Factories in Türkiye. Exposure and Health, 17, 303–318.

Turhan Ş, Kurnaz A, Hançerlioğulları A. (2025). Evaluation of carcinogenic and non-carcinogenic health risks from heavy metal (Cr, Ni, As and Pb) exposure of workers working in clinoptilolite (zeolite) quarries operated in Türkiye. Hagia Sophia 9th International Conference on Multidisciplinary Scientific Studies, July 14-15, 2025 , Istanbul, Türkiye.

USEPA (2004). United States Environmental Protection Agency (USEPA). Risk assessment guidance for superfund. Volume 1: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment). EPA/540/R/99/005, Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC.

USEPA (2011). United States Environmental Protection Agency (USEPA). Exposure Factors Handbook (Final Report). Chapter 5: Soil and Dust Ingestion. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

USEPA (2024). United States Environmental Protection Agency (USEPA). Updated Dermal Exposure Assessment Guidance. Region 3 Technical Guidance Manual, Risk Assessment. Web page: https://www.epa.gov/risk/updated-dermal-exposure-assessment-guidance.

ON THE PARAMETRIC GENERALIZATION OF A BERNSTEIN-TYPE OPERATOR

PHD Student, Emine GUVEN
Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 67100, Zonguldak, Turkey,
ORCID: 0000-0002-5175-7332
Assoc. Prof. Dr. Nazmiye GONUL BILGIN
Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 67100, Zonguldak, Turkey
ORCID: 0000-0001-6300-6889

ABSTRACT

A parametric generalization of a Bernstein-type operator is examined in this study. Linear positive operators, which constitute one of the principal tools of approximation theory, are among the methods developed to achieve closer approximations to a target function while reducing computational complexity. Since the early 1900s, this field has progressed rapidly, and one of the central directions of development has been the introduction of new operators.

In the present work, attention is given to operators defined with the aid of parameters—a topic that has recently attracted significant interest. With the aim of determining whether uniform or asymptotic approximation is more suitable for the region under consideration, the test functions corresponding to the operator are first computed, after which the validity of the Korovkin theorem for the operator is established.

Korovkin-type approximation theory plays an essential role not only within approximation theory itself but also in probability theory, summability theory, and the study of partial differential equations. By means of this theorem, which ensures uniform convergence under certain conditions on compact sets, the behavior of the operator is investigated on a subinterval of the closed interval $[0,1]$, obtained through a suitably defined sequence.

The suitability of the operator is further demonstrated through the computation of its rate of approximation, a key criterion used for assessing the quality of approximation operators. Using the second moment of the operator, its modulus of continuity on the space of bounded and continuous functions is derived. The operator, which we believe to be useful from various analytical perspectives, also yields favorable approximation results for functions belonging to the Lipschitz class.

It is anticipated that future investigations may extend the Korovkin theorem to the interval $[0,\infty)$ by imposing additional structural conditions on the function, thereby broadening the scope and applicability of the present study.

Keywords: Bernstein-type operators**,** Korovkin theoremParametric linear positive operators

BERNSTEİN TİPLİ BİR OPERATÖRÜN PARAMETRİK GENELEŞTİRMESİ ÜZERİNE

ÖZET

Matematikte elde edilmek istenen fonksiyona daha net yaklaşım sağlayacak ve işlem güçlüğünü azaltacak araştırmalara cevap veren yöntemlerden biri de yaklaşım teorisindeki doğrusal pozitif operatörlerdir. 1900 lü yıllardan itibaren hızlı gelişim gösteren bu alanda gelişim yöntemlerinden biri de yeni operatörlerin tanımlanmasıdır. Bu çalışmada son günlerin popüler konularından olan operatörlerin parametre yardımıyla tanımlanması ve ihtiyaçları karşılayacak şekilde çalışılacak bölge düzgün ya da asimptotik yaklaşımdan uygun olanının gösterilebilmesi amacıyla öncelikle operatör için test fonksiyonları hesaplanmış daha sonra operatörün Korovkin teoremini sağladığı gösterilmiştir. Korovkin tipli yaklaşım teorisi sadece yaklaşım teorisinde değil aynı zamanda olasılık teorisi toplanabilirlik ve kısmi diferansiyel denklemler alanlarında da oldukça önemli uygulama alanlarına sahiptir. Kompakt bir bölgede bazı özel koşullarda operatörün düzgün yakınsamasının geçerli olacağına ilişkin bu teoremle, tanımlanan bir dizi yardımıyla elde edilmiş $[0,1]$ kapalı aralığının bir alt aralığı üzerinde araştırma yapılmıştır. İyi yaklaşım operatörler için bir belirleme yöntemi olan yaklaşım hız hesabıyla da operatörün uygunluğu gösterilmiştir. Operatörün ikinci momenti yardımıyla hız hesabı yapılarak sürekli ve sınırlı fonksiyonlar uzayında operatörün süreklilik modülü verilmiştir. Farklı perspektiflerden değerlendirmeler için kullanışlı olduğunu düşündüğümüz bu operatör aynı zamanda Lipschitz sınıfından fonksiyonlara da yaklaşım için olumlu sonuçlar vermiştir. İleri araştırmalar için Korovkin teoremini $[0,\infty)$ aralığına fonksiyona bazı özel koşullar ekleyerek genişletme çalışmaları bu çalışmanın farklı alanlara taşınmasını sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Bernstein tipli operatörler, Korovkin teoremi, Parametrik lineer pozitif operatörler

1. INTRODUCTION

In the field of Functional Analysis, approximating compact regions with continuous functions has been a subject of interest for mathematicians for many years. After Bernstein defined the operator for approximating polynomials, a wide variety of operators were defined in the field, and sometimes new studies were added to the field by generalizing them according to the needs of the studied region [1-8]. These studies have found application in problems where it is easier to examine approximate situations where finding the true value is difficult, particularly in cryptography and encryption, which are popular topics in recent days. Especially in the field of cryptography, the fact that the encryption key is not easily decipherable is a desirable characteristic due to the power of post-quantum computers [9]. For this purpose, the study was

structured both by generalizing the region where the classical Bernstein polynomial is established and by linking the operator to a parameter in a way that seeks solutions to more complex problems. Our primary sources of motivation for this study were Sofyalıoğlu and Erdal, and the sources briefly summarized below present various research studies working with parameter-dependent operators in this context.

Erdal's examines the parametric generalized forms of Bernstein, modified Bernstein, and Bernstein–Kantorovich operators; its approximation properties within the context of Korovkin's theorem, as well as its convergence speeds via the modulus of continuity, Lipschitz class, and Peetre–K functional, are investigated in detail [10].

In this study prepared by Sofyalıoğlu, Kanat and Çekim, a new parameterized generalization of Bernstein operators is introduced; the Korovkin-type convergence properties and error analyses of the operators are examined. In addition, the approach speed is evaluated using the modulus of continuity, Lipschitz class and Peetre's K-function and the results are supported with numerical examples [11].

The parametric Bernstein–Kantorovich operators discussed in Erdal's examines and the work of Sofyalıoğlu, Kanat, and Çekim on parametric Bernstein operators, have significantly contributed to the theoretical foundation of this article. The Korovkin-type convergence results and error analyses presented in these two studies have been guiding in the creation and investigation of the new operator defined here [11].

In recent years, studies on the parametric generalization of Bernstein and related operator families have made significant contributions to approximation theory. Chen et al. (2017) introduced a new parameterized Bernstein generalization, examining the Korovkin-type convergence properties, error estimations, and shape-preserving behavior of operators. Aral et al. (2019) presented a parametric generalization of Baskakov operators, yielding new results regarding fundamental approximation properties. Cai et al. (2018, 2022), focusing on λ-Bernstein operators, contributed new findings to the literature by broadly examining the convergence behavior of these operators. Kajla et al. (2020) presented a Durrmeyer-type generalization of parametric Bernstein operators, while Mohiuddine et al. (2021) worked on Stancu-type Bernstein–Kantorovich operators dependent on the shape parameter, obtaining important results regarding the approximation properties of these operators. Özger (2019), who examined the weighted statistical approximation properties of λ-Kantorovich operators, also presented another noteworthy contribution to the literature. Furthermore, Bilgin and Güven (2022, 2024) introduced two-parameter Stancu–Gadjiev–Kantorovich operators and

generalized Bernstein operators of parametric type over symmetric intervals, revealing new and original results regarding the fundamental approximation properties of these operators [12-19]. First, the basic definitions of parametric modified Bernstein operators presented by Melek Sofyalıoğlu et al. (2022) will be discussed.

Definition 1.1

The parametric generalization of the modified Bernstein operators for every $\vartheta \in C[0,1]$ define as

$$B^*_{s,\alpha}(\vartheta;x)=\sum_{m=0}^{s}\rho^{(\alpha)}_{s,m}(x)\,\vartheta\left(\frac{m}{s}\right), \qquad s\in\mathbb{N}$$

where $s\geq 1, 0\leq\alpha\leq 1, x\in(0,1)$ and

$$\rho^{(\alpha)}_{1,0}(x)=x, \rho^{(\alpha)}_{1,1}(x)=1-x,$$

$$\rho^{(\alpha)}_{n,j}(x)=\left[\frac{1}{s-1}\binom{s-2}{m}(m-(s-1)x)^2(1-\alpha)x\right.$$

$$+\frac{1}{s-1}\binom{s-2}{m-2}(m-1-(s-1)x)^2(1-\alpha)(1-x)$$

$$\left.+\frac{1}{s}\binom{s}{m}(m-sx)^2\alpha x(1-x)\right]x^{m-2}(1-x)^{s-m-2}, \quad s\geq 2.$$

2. DEFINITION OF PARAMETRIC TYPE OPERATOR

In this section, an operator was constructed to examine the approximation of the classical Bernstein operator to functions defined on a specific interval. Graphs were drawn to visually demonstrate that the approximation is of a good degree by showing the approximation of the operator to various functions.

Definition 2.1

Let $n\geq 2$ and $\alpha\in[0,1]$. For each $f\in C\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]$, the modified α-Bernstein-type operator $L_{n,\alpha}: C\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]\to C\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]$ is defined by

$$L_{n,\alpha}(f;x)=\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}f_j\,\sigma^{\alpha}_{n,j}(x), \qquad x\in\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right],$$

where $f_j=f\left(\frac{j}{n}\right)$. For $1\leq j\leq n-1$ the modified basis polynomials are given by

$$\sigma^{\alpha}_{n,j}(x)=\left[(1-\alpha)\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)+(1-\alpha)\binom{n-2}{j-2}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)\right.$$

$$\left.+\alpha\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}.$$

Lemma 2.1

The following equality holds:

$$\sum_{j=0}^{n} \sigma_{n,j}^{\alpha}(x) = 1.$$

Proof

$$\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) = \left[(1-\alpha)\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\right.$$

$$+(1-\alpha)\binom{n-2}{j-2}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}$$

$$\left.+\alpha\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\right]$$

$$\sum_{j=0}^{n} \sigma_{n,j}^{\alpha}(x) = (1-\alpha)\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)\sum_{j=0}^{n-2}\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-2}$$

$$+(1-\alpha)\sum_{j=2}^{n}\binom{n-2}{j-2}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}$$

$$+\alpha\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}$$

$$= (1-\alpha)\left(1-x+\frac{1}{2n}\right) + (1-\alpha)\sum_{j=0}^{n-2}\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j+1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-2} + \alpha$$

$$\sum_{j=0}^{n} \sigma_{n,j}^{\alpha}(x) = (1-\alpha)\left(1-x+\frac{1}{2n}+x-\frac{1}{2n}\right)+\alpha = 1$$

Remark 2.1

Fort the boundary cases $j = 0$ and $j = n$ the basis functions are expressed as follows:

$$\sigma_{n,0}^{\alpha}(x) = (1-\alpha)\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-2}, \qquad \sigma_{n,n}^{\alpha}(x) = (1-\alpha)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{n-2}.$$

Notation 2.1

It is also stated that the following combinatory equations are used where necessary.

$$\binom{n-2}{j-2} = 0 \qquad (j<2), \qquad \binom{n-2}{j} = 0 \qquad (j>n-2).$$

$$\binom{n-2}{j} = \left(1-\frac{j}{n-1}\right)\binom{n-1}{j}, \qquad \binom{n-2}{j-1} = \frac{j}{n-1}\binom{n-1}{j}.$$

Remark 2.2

The operator $L_{n,\alpha}$ is linear and positive.

Proof

($\boldsymbol{i}$)Positivity: For $f \geq 0, n \in \mathbb{N}, n \geq 2,\ 0 \leq \alpha \leq 1$ and $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$

From the definition,

$$L_{n,\alpha}(f,x) = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} f_j\, \sigma_{n,j}^{\alpha}(x),$$

is written. Here since $\frac{n}{n-1} > 0$, to ensure positivity, it is sufficient to show that the inequality $\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) \geq 0$ holds for all $j = 0, \dots, n$.

For $1 \leq j \leq n-1$, first, the inequalities

$x - \frac{1}{2n} \geq 0$ and $1 - x + \frac{1}{2n} \geq 0$,

are satisfied. Furthermore, since the exponents are $j-1$ and $n-j-1$ it is clear that these values are non-negative integers. In this case,

$\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j-1} \geq 0$ and $\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} \geq 0$

is obtained. The expression in square brackets consists of three separate terms:

$$T_1 = (1-\alpha)\binom{n-2}{j}\left(x - \frac{1}{2n}\right),$$

$$T_2 = (1-\alpha)\binom{n-2}{j-2}\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right),$$

$$T_3 = \alpha\binom{n}{j}\left(x - \frac{1}{2n}\right)\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right).$$

Since $0 \leq \alpha \leq 1 \Rightarrow (1-\alpha) \geq 0$, it is known that all binomial coefficients are non-negative. Furthermore, the expressions $x - \frac{1}{2n}$ and $1 - x + \frac{1}{2n}$ cannot be said to be less than zero because they have positive bases. Therefore, the inequalities $T_1 \geq 0, T_2 \geq 0, T_3 \geq 0$ are satisfied, and therefore,

$T_1 + T_2 + T_3 \geq 0$.

Thus, the inequality $\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) \geq 0\ \ (j = 1, \dots, n-1)$ is also confirmed. In order situations, $\sigma_{n,0}^{\alpha}(x) \geq 0,\ \sigma_{n,n}^{\alpha}(x) \geq 0$ inequalities are obtained. Thus, it can be seen that the basis functions are positive for both extreme points. Therefore, the inequality $\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) \geq 0$ for all $j = 0, \dots, n.$ holds for all cases. Based on this result, it can be seen that $L_{n,\alpha}(f,x) \geq 0$ for each $f \geq 0$ is also confirmed. Thus, the operator is positive.

($\boldsymbol{ii}$) Linearity: Let $f, g \in C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$ and $a, b \in \mathbb{R}$.The linearity of the operator $L_{n,\alpha}$ is obtained by applying its definition to the function $af + bg$. Indeed, by definition

$$L_{n,\alpha}(af + bg; x) = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}(af_j + bg_j)\sigma_{n,j}^{\alpha}(x)$$

is written. When the terms in the sum are separated, expression

$$L_{n,\alpha}(af + bg; x) = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\left(af_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) + bg_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x)\right)$$

$$= \frac{n}{n-1}\left[a\sum_{j=0}^{n} f_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) + b\sum_{j=0}^{n} g_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x)\right]$$

takes its form. Out of constants by subtracting,

$$L_{n,\alpha}(af + bg; x) = a\,\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} f_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x) + b\,\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} g_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x)$$

is obtained, Thus verifying the linearity of the operator.

$L_{n,\alpha}(af + bg; x) = a\,L_{n,\alpha}(f; x) + b\,L_{n,\alpha}(g; x)$.

Lemma 2.2

Let $L_{n,\alpha}$ be the operator defined in Definition 2.1. For $j = 0,1, \dots, n-1$, define

$$g\left(\frac{j}{n}\right) = \left(1-\frac{j}{n-1}\right)f\left(\frac{j}{n}\right) + \frac{j}{n-1}f\left(\frac{j+1}{n}\right),$$

Then, for every $f \in C[0,1]$ and $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$, the operator $L_{n,\alpha}$can be represented as

$$L_{n,\alpha}(f; x) = (1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j} g\left(\frac{j}{n}\right)$$

$$+\alpha\frac{n}{n-1}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j} f\left(\frac{j}{n}\right).$$

Proof

Let $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$ be fixed. Using Definition 2.1, one has

$$L_{n,\alpha}(f; x) = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} f_j\,\sigma_{n,j}^{\alpha}(x).$$

By substituting the explicit expression of $\sigma_{n,j}^{\alpha}(x)$, the sum can be decomposed into three parts:

$L_{n,\alpha}(f; x) = I_1 + I_2 + I_3$,

where

$$I_1 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}(1-\alpha)\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} f_j,$$

$$I_2 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}(1-\alpha)\binom{n-2}{j-2}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j} f_j,$$

$$I_3 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\alpha\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j} f_j.$$

in I_1, the term with $j = n$ vanishes because $\binom{n-2}{n} = 0$;

in I_2, the term with $j = 0$ disappears because $\binom{n-2}{-2} = 0$.

Hence the two sums may be rewritten more conveniently as

$$c_1 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n-2}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} f\left(\frac{j}{n}\right),$$

$$c_2 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n-2}{j-2}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j-1}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j} f\left(\frac{j}{n}\right).$$

By shifting of index in c_2, one obtains

$$c_2 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-2}{j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} f\left(\frac{j+1}{n}\right).$$

Using the combinatorial identities

$$\binom{n-2}{j} = \left(1-\tfrac{j}{n-1}\right)\binom{n-1}{j}, \binom{n-2}{j-1} = \tfrac{j}{n-1}\binom{n-1}{j}.$$

the terms c_1 and c_2 take the form

$$c_1 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\left(1-\frac{j}{n-1}\right)\binom{n-1}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} f\left(\frac{j}{n}\right),$$

$$c_2 = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\frac{j}{n-1}\binom{n-1}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1} f\left(\frac{j+1}{n}\right).$$

By combining these,

$$c_1 + c_2$$

$$= \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\left\{\left(1-\frac{j}{n-1}\right)f\left(\frac{j}{n}\right)+\frac{j}{n-1}f\left(\frac{j+1}{n}\right)\right\}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}.$$

The bracketed term is exactly $g\left(\frac{j}{n}\right)$. Therefore,

$$(1-\alpha)(c_1+c_2)=(1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}g\left(\frac{j}{n}\right)$$

Finally, combining this expression with the I_3 term gives

$$L_{n,\alpha}(f;x)=(1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}g\left(\frac{j}{n}\right)$$

$$+\alpha\frac{n}{n-1}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}f\left(\frac{j}{n}\right),$$

which completes the proof.

Lemma 2.3

For $x\in\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]$, the operator $L_{n,\alpha}$ introduced in Definition 2.1, the following identities hold:

$(\boldsymbol{i})\ L_{n,\alpha}(1;x)=\frac{n}{n-1}$,

$(\boldsymbol{ii})L_{n,\alpha}(t;x)=\frac{n}{n-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$,

$(\boldsymbol{iii})\ L_{n,\alpha}(t^2;x)=\left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2+\left[1+\frac{2(1-\alpha)}{n}\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$,

for every $x\in\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]$.

Proof

$(\boldsymbol{i})$ The constant function $f=1$ is considered. By Lemma 2.1, the representation of $L_{n,\alpha}$is given by

$$L_{n,\alpha}(1;x)=(1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}$$

$$+\alpha\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}.$$

Since

$$\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)+\left(x-\frac{1}{2n}\right)=1,$$

both sums are recognized as binomial expansions of 1^{n-1} and 1^n, respectively, and therefore each of them is equal to 1. It follows that

$$L_{n,\alpha}(1;x)=(1-\alpha)\frac{n}{n-1}+\alpha\frac{n}{n-1}=\frac{n}{n-1}.$$

$(\boldsymbol{ii})$ The function $f(t) = t$ is now taken. For $j = 0,1,\dots,n-1$, the auxiliary function $g\left(\frac{j}{n}\right)$ appearing in Lemma 2.1 is computed as

$$g\left(\frac{j}{n}\right) = \left(1 - \frac{j}{n-1}\right) f\left(\frac{j}{n}\right) + \frac{j}{n-1} f\left(\frac{j+1}{n}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{j}{n-1}\right)\frac{j}{n} + \frac{j}{n-1}\frac{j+1}{n} = \frac{j}{n} + \frac{j}{n-1}\frac{1}{n} = \frac{jn - j + j}{n(n-1)} = \frac{j}{n-1}.$$

Hence, Lemma 2.1 yields

$$L_{n,\alpha}(t,x) = (1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j}\frac{j}{n-1}$$

$$+\alpha\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j}\frac{j}{n}.$$

This expression can be rewritten as

$$L_{n,\alpha}(t,x) = (1-\alpha)\frac{n}{(n-1)^2}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j} j\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j}$$

$$+\frac{\alpha}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j} j\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j}.$$

The standard binomial identity

$$\sum_{j=0}^{m}\binom{m}{j} j a^{j} b^{m-j} = ma(a+b)^{m-1}$$

is now applied with

$$a = x - \frac{1}{2n}, \quad b = 1 - x + \frac{1}{2n}, \quad a + b = 1.$$

For the first sum, $m = n-1$ is taken, and for the second, $m = n$. Consequently,

$$\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j} j\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j} = (n-1)\left(x - \frac{1}{2n}\right),$$

$$\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j} j\left(1 - x + \frac{1}{2n}\right)^{n-j}\left(x - \frac{1}{2n}\right)^{j} = n\left(x - \frac{1}{2n}\right).$$

Substitution of these expressions gives

$$L_{n,\alpha}(t,x) = (1-\alpha)\frac{n}{(n-1)^2}(n-1)\left(x - \frac{1}{2n}\right) + \alpha\frac{n}{n-1}\left(x - \frac{1}{2n}\right)$$

$$L_{n,\alpha}(t,x) = \frac{n}{n-1}\left(x - \frac{1}{2n}\right).$$

($\boldsymbol{iii}$) In order to evaluate $L_{n,\alpha}(t^2;x)$, the representation obtained in Lemma 2.1 is employed. For the function $f(t)=t^2$, the auxiliary quantity $g^2\left(\frac{j}{n}\right)$ defined in Lemma 2.1 is computed as

$$g^2\left(\frac{j}{n}\right)=\left(1-\frac{j}{n-1}\right)\frac{j^2}{n^2}+\frac{j}{n-1}\frac{j^2+2j+1}{n^2}.$$

By expanding the terms, one obtains

$$g^2\left(\frac{j}{n}\right)=\frac{j^2}{n^2}-\frac{j}{n-1}\frac{j^2}{n^2}+\frac{j}{n-1}\frac{j^2}{n^2}+\frac{j}{n-1}\frac{2j}{n^2}+\frac{j}{n-1}\frac{1}{n^2}$$

$$=j^2\left(\frac{n-1+2}{n^2(n-1)}\right)+\frac{j}{n^2(n-1)}.$$

So

$$g^2\left(\frac{j}{n}\right)=\frac{n+1}{n^2(n-1)}j^2+\frac{1}{n^2(n-1)}j.$$

Substitution of this expression into the representation formula yields

$$L_{n,\alpha}(t^2;x)=\alpha\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}\left(\frac{j}{n}\right)^2$$

$$+(1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j\left[\frac{n+1}{n^2(n-1)}j^2+\frac{1}{n^2(n-1)}j\right].$$

To simplify the above expression, the classical binomial identities

$$\sum_{j=0}^{m}\binom{m}{j}ja^jb^{m-j}=ma(a+b)^{m-1},$$

$$\sum_{j=0}^{m}\binom{m}{j}j^2a^jb^{m-j}=m(m-1)a^2(a+b)^{m-2}+ma(a+b)^{m-1}.$$

It follows that

$$\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}j\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j=(n-1)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j,$$

$$\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}j^2\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}=(n-1)(n-2)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2j}$$

$$+(n-1)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^j,$$

By inserting these identities into the previous expression, the following three terms are obtained:

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = \alpha\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}\left(\frac{j}{n}\right)^{2}$$

$$+(1-\alpha)\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left[\frac{n+1}{n^2(n-1)}j^2+\frac{1}{n^2(n-1)}j\right].$$

$$=(1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)^2}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}j^2$$

$$+(1-\alpha)\frac{1}{n(n-1)^2}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}j$$

$$+\alpha\frac{1}{n(n-1)}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}j^2.$$

$$T_1 := (1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)^2}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}j^2$$

$$=(1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)}\left[(n-2)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+\left(x-\frac{1}{2n}\right)\right].$$

$$T_2 := (1-\alpha)\frac{1}{n(n-1)^2}\sum_{j=0}^{n-1}\binom{n-1}{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}j$$

$$=(1-\alpha)\frac{1}{n(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$T_3 := \alpha\frac{1}{n(n-1)}\sum_{j=0}^{n}\binom{n}{j}\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{j}\left(1-x+\frac{1}{2n}\right)^{n-j}j^2$$

$$=\alpha\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+\alpha\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right).$$

The sum $L_{n,\alpha}(t^2;x) = T_1 + T_2 + T_3$ therefore becomes

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = (1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)}\left[(n-2)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+\left(x-\frac{1}{2n}\right)\right]$$

$$+(1-\alpha)\frac{1}{n(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)+\alpha\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+\alpha\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$=(1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)}(n-2)\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+\alpha\left(x-\frac{1}{2n}\right)^{2}+(1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$+(1-\alpha)\frac{1}{n(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)+\alpha\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$= \left[(1-\alpha)\frac{n+1}{n(n-1)}(n-2)+\alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2 + \left[(1-\alpha)\frac{n+1}{n}\right.$$

$$\left.+(1-\alpha)\frac{1}{n}+\alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = \left[(1-\alpha)\frac{(n+1)(n-2)}{n(n-1)}+\alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2$$

$$+\left[(1-\alpha)\frac{n+2}{n}+\alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right).$$

A final simplification yields the compact form

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = \left[(1-\alpha)\frac{(n+1)(n-2)}{n(n-1)}+\alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2$$

$$+\left[(1-\alpha)\frac{n+2}{n}+\alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right) = \left[(1-\alpha)\left[1-\frac{2}{n^2-n}\right]+\alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2$$

$$+\left[(1-\alpha)\left(1+\frac{2}{n}\right)+\alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right) = \left[1-\alpha-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}+\alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2$$

$$+\left[1-\alpha+\frac{2(1-\alpha)}{n}+\alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = \left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2 + \left[1+\frac{2(1-\alpha)}{n}\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right),$$

which completes the proof.

3. APPROXIMATION PROPERTIES OF THE OPERATOR

In this section, the convergence behavior of the operators $L_{n,\alpha}$ is investigated through the classical Korovkin theorem. Since the operators are already shown to be positive and linear, it suffices to verify their action on the test functions 1, t, and t^2. Furthermore, a detailed examination of the approximation to the continuum modulus and functions from the Lipcist class is presented, demonstrating that the approximation with the operator is quite good.

Theorem 3.1

Let $\{L_{n,\alpha}\}_{n\in\mathbb{N}}$ be a sequence of positive linear operators acting on $C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$, let $n \geq 2$. If

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(1;x) = 1, \lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t;x) = x, \lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t^2;x) = x^2,$$

uniformly for all $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$, then

$$\lim_{n\to\infty} \left\| L_{n,\alpha}(f;x) - f(x) \right\| = 0 \text{ uniformly on } \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$$

for every $f \in C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$.

Proof

It has already been shown that each $L_{n,\alpha}$is a positive linear operator on $C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$.

The behavior of these operators on the Korovkin test functions 1, t and $t^2$is now examined.

From Lemma 2.2$(\boldsymbol{i})$, it is obtained that

$$L_{n,\alpha}(1;x) = \frac{n}{n-1}.$$

and therefore

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(1;x) = 1,$$

for every $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$.

Lemma 2.2(ii) provides

$$L_{n,\alpha}(t;x) = \frac{nx}{n-1} - \frac{1}{2(n-1)}.$$

Hence,

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t;x) = \lim_{n\to\infty}\left[\frac{nx}{n-1} - \frac{1}{2(n-1)}\right] = x.$$

Furthermore, Lemma 2.2$(\boldsymbol{iii})$ provides the representation

$$L_{n,\alpha}(t^2;x) = \left[(1-\alpha)\frac{(n+1)(n-2)}{n(n-1)} + \alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2$$

$$+\left[(1-\alpha)\frac{n+2}{n} + \alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right).$$

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t^2;x) = \lim_{n\to\infty}\left\{\left[(1-\alpha)\frac{(n+1)(n-2)}{n(n-1)} + \alpha\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2\right.$$

$$\left.+\left[(1-\alpha)\frac{n+2}{n} + \alpha\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)\right\}$$

$$= \lim_{n\to\infty}[1-\alpha+\alpha]x^2$$

Consequently,

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t^2;x) = x^2$$

Thus it has been verified that

$$\lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(1;x) = 1, \lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t;x) = x, \lim_{n\to\infty} L_{n,\alpha}(t^2;x) = x^2,$$

hold for all $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$. Since the sequence $\{L_{n,\alpha}\}$ consists of positive linear operators on $C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$, the classical Korovkin theorem applies, and it follows that on $C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$

$$\lim_{n\to\infty}\left\|L_{n,\alpha}(f;x) - f(x)\right\| = 0.$$

Example 3.1

For $n = 5, 10,15,20,50,100$, the approximations of the operators $L_n(f;x)$ and $B^*_{s,\alpha}(\vartheta;x)$ to the function $f(x) = \frac{sin^2 x}{1+e^{2x}}$ are presented in Figure 3.1.

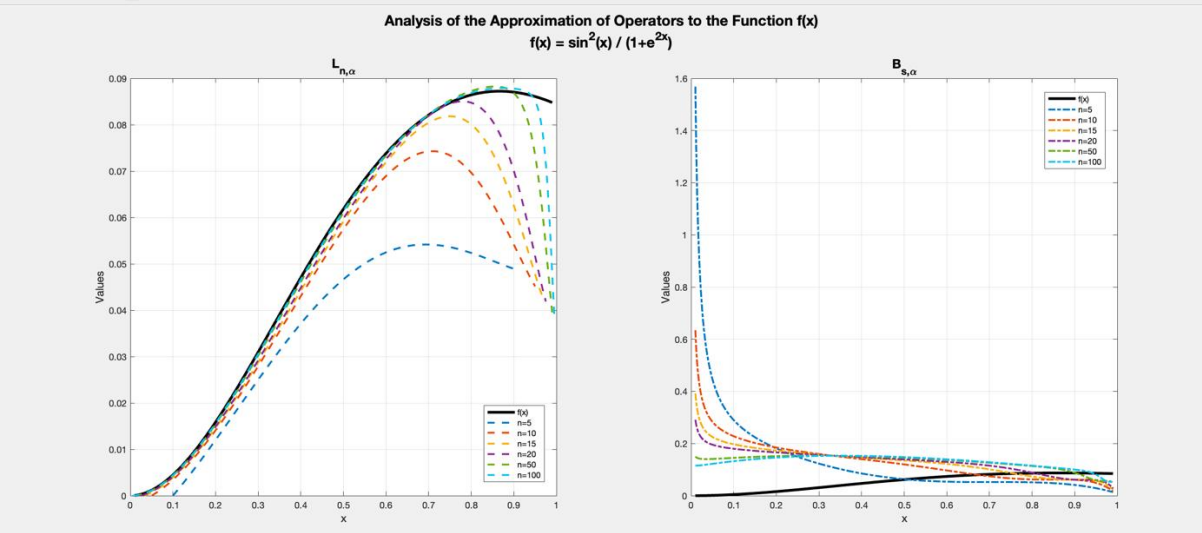


Figure 3.1 Approximation for n = 5,n = 10, n= 15,n = 20, n = 50 and n = 100 (blue, orange, yellow, purple,green and cyan respectively) to f(x) (black).

Remark 3.1

In the following figure, it is demonstrated that the operator defined in this study (blue) provides a better approximation to the function $f(x) = \frac{sin^2 x}{1+e^{2x}}$ when compared to the Agratini-type operator available in the literature (red).

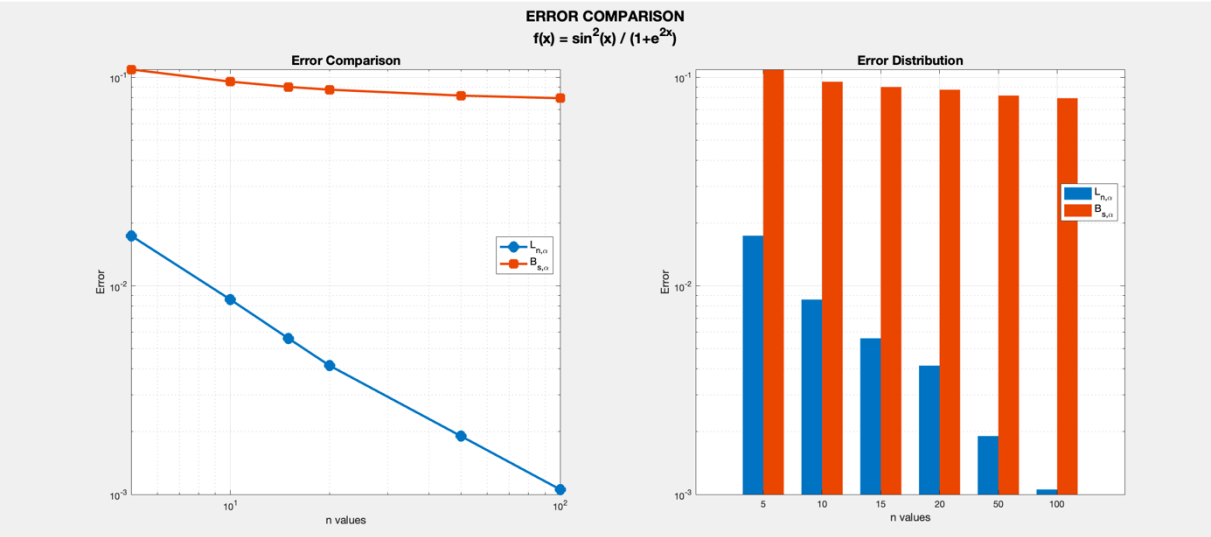


Figure 3.2 *Approximation to f with $L_{n,\alpha}(f;x)$ and $B^*_{s,\alpha}(\vartheta;x)$*

Example 3.2

For $n = 5, 10,15,20,50,100$, the approximations of the operators $L_n(f;x)$ and $B^*_{s,\alpha}(\vartheta;x)$ to the function $f(x) = \frac{x^2}{1+e^{2x}}$ are presented in Figure 3.3.

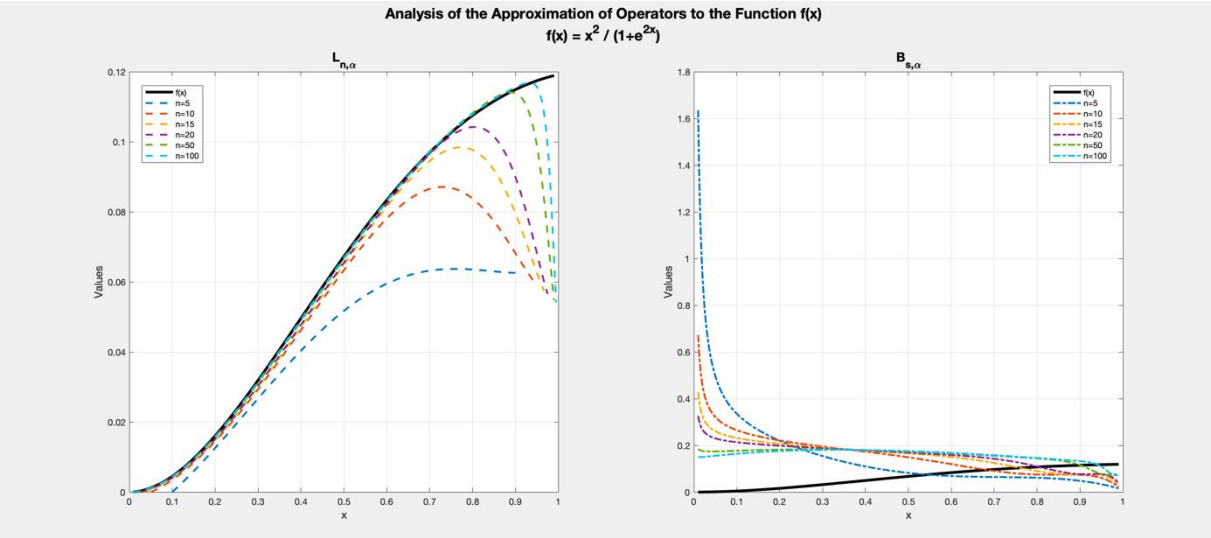


Figure 3.3 Approximation for n = 5,n = 10, n = 15,n = 20, n = 50 and n = 100 (blue, orange, yellow, purple,green and cyan respectively) to f(x) (black).

Remark 3.2

In the following figure, the error comparison of the approximations to the function $f(x) = \frac{x^2}{1+e^{2x}}$ obtained by the operator defined in this study and the Agratini-type operator is presented for increasing values of n.

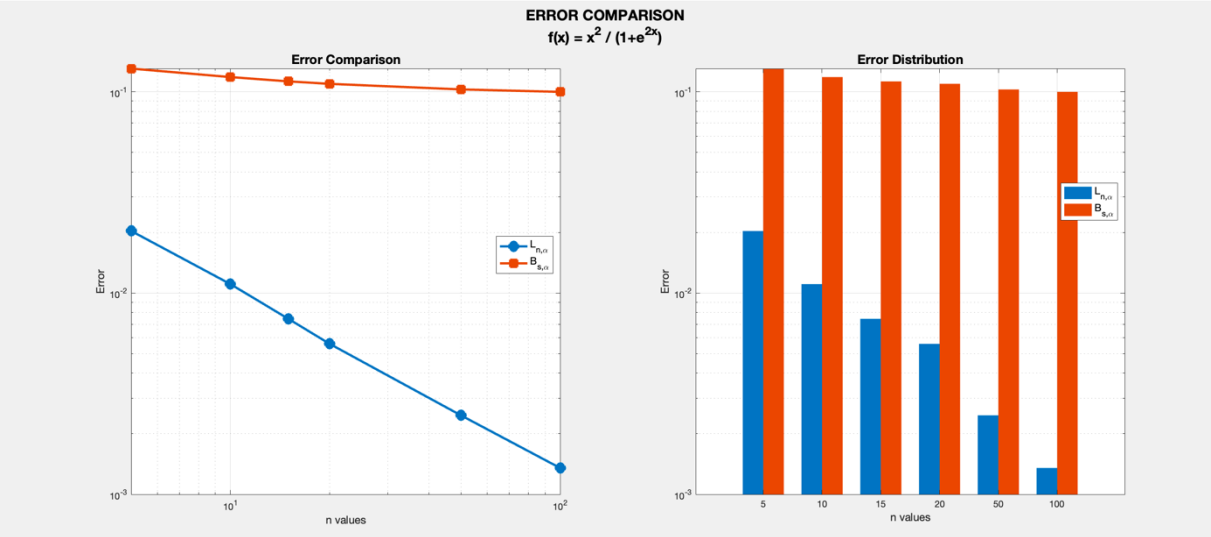


Figure 3.4 Approximation to f with $L_{n,\alpha}(f;x)$ and $B^*_{s,\alpha}(\vartheta;x)$

Now, moment equations that save the operator time in speed calculations will be given.

Lemma 3.1

The following equations are valid.

$(\boldsymbol{i})\ L_{n,\alpha}(t-x;x) = -\frac{1}{2(n-1)},$

$(\boldsymbol{ii})\ L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)$

$$= \left[-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n} - \frac{1}{n-1}\right]x^2 - \left[\frac{1+n}{n(n-1)} + \frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2} + \frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}\right]x - \frac{1+n}{4n^2(n-1)}$$

$$-\left(\frac{1}{2n}+1\right)\frac{(1-\alpha)}{n^2(n-1)}.$$

Proof:

$(\boldsymbol{i})\ L_{n,\alpha}(t-x;x) = L_{n,\alpha}(t;x) - L_{n,\alpha}(x;x) = L_{n,\alpha}(t;x) - xL_{n,\alpha}(1;x)$

$$= \frac{n}{n-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right) - x\frac{n}{n-1} = -\frac{1}{2(n-1)}.$$

$(\boldsymbol{ii})\ L_{n,\alpha}((t-x)^2;x) = L_{n,\alpha}(t^2;x) - 2xL_{n,\alpha}(t;x) + x^2L_{n,\alpha}(1;x)$

$$= \left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}\right]\left(x-\frac{1}{2n}\right)^2 + \left[1+\frac{2(1-\alpha)}{n}\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$-2x\frac{n}{n-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right) + x^2\frac{n}{n-1}$$

$$= \left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}\right]\left(x^2-\frac{x}{n}+\frac{1}{4n^2}\right) + \left[1+\frac{2(1-\alpha)}{n}\right]\frac{1}{(n-1)}\left(x-\frac{1}{2n}\right)$$

$$-2x\frac{n}{n-1}\left(x-\frac{1}{2n}\right) + x^2\frac{n}{n-1}$$

$$= \left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}-\frac{2n}{n-1}+\frac{n}{n-1}\right]x^2 - \left[\frac{1}{n}-\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}-\frac{1}{(n-1)}-\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}-\frac{1}{n-1}\right]x$$

$$+\left[1-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}\right]\frac{1}{4n^2} - \left[1+\frac{2(1-\alpha)}{n}\right]\frac{1}{2n}\frac{1}{(n-1)}$$

$$= \left[-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}-\frac{1}{n-1}\right]x^2 - \left[\frac{1}{n}-\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}-\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}-\frac{2}{(n-1)}\right]x$$

$$+\left[\frac{1}{4n^2}-\frac{2(1-\alpha)}{4n^2(n^2-n)}\right] - \left[\frac{1}{2n(n-1)}+\frac{2(1-\alpha)}{2n^2(n-1)}\right]$$

$L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)$

$$= \left[-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}-\frac{1}{n-1}\right]x^2 - \left[\frac{1+n}{n(n-1)}+\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}+\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}\right]x - \frac{1+n}{4n^2(n-1)}$$

$$-\left(\frac{1}{2n}+1\right)\frac{(1-\alpha)}{n^2(n-1)}.$$

Now, we will recall the definition of the modulus of continuity, one of the methods used for calculating the operator's approach speed.

Definition 3.1

Quantitative estimates of the approximation error will now be obtained. Let

$$\omega(f;\delta) = \sup_{\substack{x,y\geq 0 \\ |x-y|\leq\delta}} |f(x)-f(y)|$$

denote the modulus of continuity of f.

Modulus of continuity has the following property [2]

$$|f(t)-f(x)| \leq \left(1+\frac{(t-x)^2}{\delta^2}\right)\omega(f;\delta).$$

Theorem 3.2

Let $f \in C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$ and $x \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$. Then for sufficiently large n, the inequality

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq 2\,\omega\left(f, \sqrt{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}\right)$$

holds. Here $L_{n,\alpha}((t-x)^2;x) \leq \frac{K}{n}$ with a suitable constant $C>0$ the inequality

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq 2\omega\left(f, \frac{C}{\sqrt{n}}\right), \qquad \delta>0$$

is satisfied.

Proof

First, the classical modulus inequality for a continuous function is known:

$$|f(t)-f(x)| \leq \left(1+\frac{(t-x)^2}{\delta^2}\right)\omega(f,\delta), \qquad \delta>0.$$

The positive linear operator $L_{n,\alpha}$ can be written as follows for each f.

$$L_{n,\alpha}(f;x)-f(x) = L_{n,\alpha}(f(t)-f(x);x)$$

If absolute value is taken and positivity and linearity are applied,

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq \left(L_{n,\alpha}\left(1+\frac{(t-x)^2}{\delta^2}\right)\omega(f,\delta);x\right) \leq \left(1+\frac{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}{\delta^2}\right)\omega(f,\delta).$$

Also, if the choice is made that

$$\delta^2 = L_{n,\alpha}((t-x)^2;x),$$

$$1+\frac{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}{\delta^2} = 1+1 = 2.$$

Therefore,

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq 2\omega\left(f, \sqrt{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}\right).$$

$$L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)$$

$$=\left[-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}-\frac{1}{n-1}\right]x^2+\left[-\frac{1+n}{n(n-1)}-\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}-\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}\right]x-\frac{1+n}{4n^2(n-1)}$$

$$-\left(\frac{1}{2n}+1\right)\frac{(1-\alpha)}{n^2(n-1)}.$$

In the expression, for $0\leq 1-\alpha\leq 1$ ve $n\geq 2$ it can be checked with an upper bound such that

$$\left|-\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}-\frac{1}{n-1}\right|=\frac{2(1-\alpha)}{n^2-n}+\frac{1}{n-1}=\frac{n+2-2\alpha}{n^2-n}\leq\frac{n+2}{n(n-1)}\leq\frac{4}{n}.$$

Similarly,

$$\left|-\frac{1+n}{n(n-1)}-\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}-\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}\right|=\frac{1+n}{n(n-1)}+\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}+\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}$$

$$=\frac{n^2+n+2(1-\alpha)+2n(1-\alpha)}{n^2(n-1)}=\frac{n^2+3n+2-2\alpha(1+n)}{n^2(n-1)}\leq\frac{n^2+3n+2}{n^2(n-1)}\leq\frac{6}{n}$$

since

$$\left|-\frac{1+n}{n(n-1)}-\frac{2(1-\alpha)}{n^3-n^2}-\frac{2(1-\alpha)}{n(n-1)}\right|\leq\frac{6}{n}.$$

On the other hand, it can be restricted as follows:

$$\left|-\left(\frac{1}{2n}+1\right)\frac{(1-\alpha)}{n^2(n-1)}\right|=\left(\frac{1}{2n}+1\right)\frac{(1-\alpha)}{n^2(n-1)}\leq\left(\frac{1+2n}{2n}\right)\frac{1}{n^2(n-1)}\leq\frac{1+2n}{2n^3(n-1)}\leq\frac{1}{n}.$$

$$0\leq L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)\leq\frac{4+6+1}{n}=:\frac{K}{n}.$$

Thus, for sufficiently large n values,

$$0\leq L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)\leq\frac{K}{n}$$

$$\sqrt{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}\leq\sqrt{\frac{K}{n}}=\frac{\sqrt{K}}{\sqrt{n}}.$$

Therefore

$$\delta_n=\frac{C}{\sqrt{n}}$$

if chosen, the desired result is shown.

Theorem 3.3

Let $f\in \mathrm{Lip}_M(\alpha)$ on $\left[\frac{1}{2n},1-\frac{1}{2n}\right]$ for some $0<\alpha\leq 1$. That is, there exists a constant $K>0$ such that

$|f(x)-f(y)| \leq K|x-y|^{\alpha}, \qquad x,y \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right].$

For every $x,y \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$, the inequality

$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq K\left(L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)\right)^{\alpha/2}$

holds.

Proof

According to the Lipschitz condition, for all $x,y \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$ the inequality

$|f(x)-f(y)| \leq K|x-y|^{\alpha}$

holds. Utilizing the fundamental properties of $L_{n,\alpha}$'a positive and linear operator, we obtain the equality:

$L_{n,\alpha}(f;x)-f(x) = L_{n,\alpha}(f(t)-f(x);x)$

and taking the absolute value, we get:

$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq L_{n,\alpha}(|f(t)-f(x)|;x).$

If Hölder inequality is applied, $\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=1$ is achieved with the choices $p=\frac{2}{\alpha}$ ve $q=\frac{2}{2-\alpha}$.

$\left(L_{n,\alpha}(|t-x|^{\alpha};x)\right) \leq \left(L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)\right)^{\alpha/2}$

inequality is obtained. Thus, the result is obtained as follows:

$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq K\left(L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)\right)^{\alpha/2}$

Here

$\delta_n(x) = \sqrt{L_{n,\alpha}((t-x)^2;x)}$

and

$\left|L_{n,\alpha}(f;x)-f(x)\right| \leq K\delta_n^{\alpha}(x)$

can be written as.

Lemma 3.2

For every $f \in C\left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$ and all $x, \in \left[\frac{1}{2n}, 1-\frac{1}{2n}\right]$,

$\left|L_{n,\alpha}(f;x)\right| \leq \|f\|.$

Proof

From the definition of the operator,

$L_{n,\alpha}(f;x) = \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} f_j\, \sigma_{n,j}^{\alpha}(x),$

since the operator is positive,

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)\right| = \left|\frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} f_j\, \sigma_{n,j}^{\alpha}(x)\right|$$

is obtained. Here, since

$$\left|f\left(\frac{j}{n}\right)\right| \leq \|f\|, \qquad \text{for} \quad j = 0, \dots, n$$

we reach the result:

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)\right| \leq \|f\| \frac{n}{n-1}\sum_{j=0}^{n} \sigma_{n,j}^{\alpha}(x).$$

Thus,

$$\left|L_{n,\alpha}(f;x)\right| \leq \|f\|$$

is obtained.

4. CONCLUSION

This study examines the parametric operator approach, a popular topic in recent times, and obtains various properties of the operator constructed using conventional methods that provide advantages in calculations. The operator is more advantageous than some operators in the literature on our region and this is demonstrated through the plotted graphs. The methods applied in speed calculations within approximation theory also yielded positive results for this operator. The methods applied in this study can be applied to different types of operators in the literature and can be examined from various perspectives, particularly in the fields of applied mathematics and cryptography.

5. REFERENCES

[1] Bernstein, S. (1912). Démo istration du th'eorème de Weierstrass fondée sur le calcul des probabilités. *Сообщенія Харьковскаго математическаго общества*, 13(1), 1-2.
[2] Bilgin, N. G., Eren, M. (2021). A generalization of two dimensional Bernstein-Stancu operators. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 130-142.
[3] Kaya, Y., Gönül, N. (2013). A generalization of lacunary equistatistical convergence of positive linear operators. In *Abstract and Applied Analysis* (Vol. 2013, No. 1, p. 514174). Hindawi Publishing Corporation.
[4] Bilgin, N. G., Kaya, Y., Eren, M. (2024). Security of image transfer and innovative results for (p, q)-Bernstein-Schurer operators. *AIMS Mathematics*, *9*(9), 23812-23836.
[5] Bozma, G., Gonul Bilgin, N. (2023, December 23–24). *α-generalized Bernstein Schurer operators. In Proceedings of the 10th International Erciyes Scientific Research Congress* (pp. 313–332). Kayseri, Turkey.
[6] Büyükyazıcı, İ. (2003). On the rate of approximation of bivariate generalized Bernstein polynomials. *Kastamonu Journal of Education*, 165.
[7] Yıldız, S. (2026). Approximation of Abstract Korovkin-Type via Monotone Sublinear Operators: A Power Series Methods and Modified Operators. *Mediterranean Journal of Mathematics*, *23*(1), 4.
[8] Atakut, Ç., Büyükyazıcı, I. (2018). On Chlodowsky Variant of Baskakov Type Operators. *Analysis in Theory and Applications*, *34*(4), 323-335

[9] Bilgin, N. G., Kaya, Y., Eren, M. (2024). Security of image transfer and innovative results for (p, q)-Bernstein-Schurer operators. *AIMS Mathematics*, *9*(9), 23812-23836.
[10] Erdal, S. (2023). *The approximation properties of parametric generalizations of modified Bernstein–Kantorovich operators* (Master's thesis). *Ankara Hacı Bayram Veli University, Institute of Graduate Studies.*
[11] Sofyalıoğlu, M., Kanat, K., & Çekim, B. (2022). Parametric generalization of the modified Bernstein operators. *Filomat*, *36*(5), 1699-1709.
[12] Chen, X., Tan, J., Liu, Z., & Xie, J. (2017). Approximation of functions by a new family of generalized Bernstein operators. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, *450*(1), 244-261.
[13] Aral, A., Erbay, H. (2019). Parametric generalization of Baskakov operators. *Mathematical Communications*, *24*(1), 119-131.
[14] Cai, Q. B., Lian, B. Y., & Zhou, G. (2018). Approximation properties of λ-Bernstein operators. *Journal of inequalities and applications*, *2018*(1), 61.
[15] Kajla, A., Mursaleen, M., & Acar, T. (2020). Durrmeyer-type generalization of parametric Bernstein operators. *Symmetry*, *12*(7), 1141.
[16] Mohiuddine, S. A., Özger, F. (2020). Approximation of functions by Stancu variant of Bernstein–Kantorovich operators based on shape parameter α. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, *114*(2), 70.
[17] Özger, F. (2019). Weighted statistical approximation properties of univariate and bivariate λ-Kantorovich operators. *Filomat*, *33*(11), 3473-3486.
[18] Bilgin, N. G., Güven, E. (2024). *Parametric type generalized Bernstein operators on symmetric interval. In International Congress on Natural Sciences and Applied Mathematics* (pp. 166–189)
[19] Bilgin, N. G., Güven, E. (2022). *İki parametreli Stancu–Gadjiev–Kantorovich operatörü. In 2nd International Istanbul Congress of Multidisciplinary Scientific Research* (p. 421).

GENELLEŞTİRİLMİŞ PARÇALI SABİT ARGÜMANLI BİRİNCİ MERTEBEDEN DİFERANSİYEL DENKLEMLER İÇİN SALINIMSIZLIK KRİTERLERİ

Güler KUTLU
Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Isparta, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9890-120X
Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN
Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Isparta, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1867-0996

ÖZET

Geçmiş yıllarda sapma argümanlı diferansiyel denklemler sınıfında yer alan parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler ile ilgili oldukça fazla çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler, kısaca PSADD, bir çok dinamik sistemin modellenmesinde, örneğin; biyomedikal, kimya, fizik, mekanik mühendislik gibi alanlarda karşımıza çıkar. Parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemlerde sapma argümanı olarak zamanın tam değeri alınmıştır ve ardışık iki argüman arası her zaman 1'dir. Argüman fonksiyonu olarak genelleştirilmiş bir adım fonksiyonu alınmasıyla elde edilen sapma argümanlı diferansiyel denklemler, genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklem (GPSADD) olarak isimlendirilir. Burada argüman fonksiyonu artan bir reel sayı dizisi kullanılarak tanımlandığından ardışık iki argüman arasındaki uzaklık değişken olabilir. Bu nedenle; GPSADD, PSADD'ye göre daha fazla kullanım alanına sahiptir. Bu durum, son yıllarda bazı araştırmacıların dikkatini çekmiş ve GPSADD üzerine yapılan çalışma sayısının artmasına sebep olmuştur. Örneğin, GPSADD hem sürekli hem de ayrık etkiler içeren hibrit sistemleri modellemek için kullanılır. Kontrol mühendisliği, biyoloji ve ekonomi gibi birçok alanda doğal modelleme avantajları sağlar. Bu çalışmada, birinci mertebeden genelleştirilmiş sabit argümanlı diferansiyel denklemlerin çözümleri incelenerek çözümlerin salınımsız davranışlarına ilişkin teorik sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca, teorik sonuçların geçerliliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için çeşitli örnekler sunulmuştur. Bu çalışma, verilen örneklerin davranışını görsel olarak ortaya koyan MATLAB tabanlı simülasyon grafiklerini de içermektedir.

Anahtar kelimeler: Diferansiyel denklemler, Salınımsız çözümler, Genelleştirilmiş parçalı sabit argüman, Birinci mertebe diferansiyel denklem, Simülasyon.

NON-OSCILLATORY CRITERIA FOR FIRST ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT OF GENERALIZED TYPE

ABSTRACT

In the past years, it has been observed that a lot of study has been done on differential equations including piecewise constant argument, which are in the class of differential equations with deviating arguments. Differential equations with piecewise constant argument, in short DEPCA, are encountered in the modeling of many dynamic systems, for example in biomedical problems, chemical, physics, mechanical engineering, etc. In DEPCAs, the integer value of time is taken as the deviation argument and the distance between two consecutive arguments is always 1. Differential equations with deviation argument obtained by taking a generalized step function as the argument function is called differential equations with piecewise constant argument of generalized type, in short DEPCAG. Here, since the argument function is defined using an increasing sequence of real numbers, the distance between two consecutive arguments may be variable. Therefore, DEPCAG has a much wider application area than DEPCA in modeling dynamic systems. For example, DEPCAG is used to model hybrid systems that contain both continuous and discrete effects. It provides natural modeling advantages in many fields, such as control engineering, biology, and economics. This situation has attracted the attention of several researchers in recent years and has led to an increase in the number of studies on DEPCAGs. In this paper, we examine solutions of a first-order differential equation with piecewise constant argument of generalized type and several theoretical results are derived regarding the non-oscillatory behavior of its solutions. Additionally, various examples are given to demonstrate the validity and applicability of the theoretical results. The present study includes MATLAB-generated simulation plots that visually demonstrate the behavior of the given examples.

Keywords: Differential equations, Non-oscillatory solutions, Piecewise constant argument of generalized type, First order differential equation, Simulation.

1. GİRİŞ

Diferansiyel denklemler teorisinde, parçalı sabit argüman içeren ilk modelleme 1982 yılında Busenberg ve Cooke (1982) tarafından biyomedikal alanda yapılmıştır. İlerleyen yıllarda, PSADD'lerin çözümlerinin varlık-teklik, kararlılık, salınım gibi kalitatif davranışlarına yönelik Shah ve Wiener (1983), Cooke ve Wiener (1984), Aftabizadeh ve Wiener (1985), Aftabizadeh, Wiener ve Xu (1987), Zhang ve Parhi (1989), Györi ve Ladas (1989), Wiener (1993), Shen ve Stavroulakis (2000) tarafından yapılmış olan çalışmalar, bu teorinin gelişimine önemli katkılar sunmuştur. PSADD'lerde ardışık iki sapma argümanı arasındaki fark her zaman 1'e eşittir.

Parçalı sabit argüman olarak tam değer yerine uygun bir parçalı fonksiyon dizisi alınıp genelleştirilmesiyle elde edilen, genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler (GPSADD), ilk kez Akhmet tarafından (2007; 2008) çalışmalarında ele alındı. GPSADD'nin genel hali;

$$x'(t) = f\left(t, x(t), x\big(\beta(t)\big)\right)$$

formunda ifade edilmektedir. Buradaki $\beta(t)$ parçalı fonksiyonu; $t \in R$ ve $i \in Z$ olmak üzere, $t \in [\theta_i, \theta_{i+1})$ aralığında $\beta(t) = \theta_i$ olarak tanımlanmaktadır. $\theta = \{\theta_i\}$, $i \longrightarrow \infty$ iken $|\theta_i| \longrightarrow \infty$ olacak şekilde reel değerli artan bir dizidir. Burada, ardışık iki argüman arasındaki uzaklık argümana göre değiştiğinden sabit değildir. Böylece; x değerinin değişimi, t anına ve x değerinin t ve parçalı fonksiyon $\beta(t)$ anındaki değerlerine bağlıdır. Son yıllarda, GPSADD'lerin çözümlerinin özelliklerini, kararlılık yapılarını, salınımlı ve salınımsız davranışlarını inceleyen çalışmaların sayısında belirgin bir artış görülmektedir. Özellikle birinci mertebeden bazı GPSADD tiplerine yönelik yapılmış olan Chiu ve Pinto (2010), Chiu ve Jeng (2015), Chiu ve Li (2019), Chiu (2024) çalışmaları, GPSADD teorisinin gelişimine katkıda bulunmuş önemli çalışmalardır.

Bu çalışmada, $a(t)$ ve f sürekli reel değişkenli fonksiyonlar olmak üzere;

$$y'(t) + a(t)f\left(y\big(\beta(t)\big)\right) = 0$$

tipindeki birinci mertebe GPSADD'lerin çözümleri incelenerek, çözümlerin salınımsızlık kriterlerini belirlemeye yönelik bazı teorik sonuçlar verilmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

$n \longrightarrow \infty$ iken $|\theta_n| \longrightarrow \infty$ özelliğini sağlayan reel değerli bir $\theta = \{\theta_n\}$, $(n \in \mathbb{N})$ artan dizisi verilsin. $\beta(t)$ parçalı fonksiyonu; $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ aralığında $\beta(t) = \theta_n$ olarak tanımlansın. $a(t)$ ve f sürekli reel değişkenli fonksiyonlar olmak üzere,

$$y'(t) + a(t)f\left(y\big(\beta(t)\big)\right) = 0 \qquad (2.1)$$

$$y(\theta_0) = y_0(\theta_0)$$

formundaki başlangıç değer problemi verilsin.

Tanım 1. $[\theta_0, \infty)$ aralığında sürekli olan bir $y(t)$ fonksiyonu,

(i) $y'(t)$ türevi olası $t = \theta_n$ noktaları haricinde sürekli,

(ii) her n doğal sayısı ve her $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ için (2.1) GPSADD'ni sağlıyor

ise bu $y(t)$ fonksiyonuna (2.1) denkleminin bir çözümüdür denir.

Tanım 2. Bir diferansiyel denklemin sıfır çözümü dışında kalan bir çözümü, keyfi sayıda sıfır değerini alıyorsa bu çözüm "salınımlı çözüm" olarak adlandırılır. Buna karşılık eğer çözüm

yalnızca sonlu sayıda sıfıra sahipse "salınımsız çözüm" olarak tanımlanır. Diferansiyel denklemin bütün çözümleri salınımlı ise denklem "salınımlı diferansiyel denklem", tüm çözümleri salınımsız ise "salınımsız diferansiyel denklem" olarak nitelendirilir.

Notasyon: Bu çalışmada, (2.1) GPSADD'nin $[\theta_n, \theta_{n+1})$ aralığındaki çözüm fonksiyonu $y_n(t)$ ile gösterilmektedir.

Teorem 2.1 (2.1) başlangıç değer probleminde, $xf(x) > 0$ $(x \neq 0)$ ve $a(t) \geq 0$ olmak üzere,

$$0 < \frac{f(x)}{x} \leq M \qquad (x \neq 0) \tag{2.2}$$

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds < \frac{1}{M} \tag{2.3}$$

ise (2.1) probleminin tüm çözümleri salınımsızdır.

İspat: $y(t)$, (2.1) probleminin $[\theta_0, \infty)$ üzerinde aşikar olmayan bir çözümü olsun. (2.3) eşitsizliğinden, $0 < \varepsilon < \frac{1}{M}$ olmak üzere, her $m \geq N > 0$ için,

$$\int_{\theta_m}^{\theta_{m+1}} a(s)ds < \frac{1}{M} - \varepsilon < \frac{1}{M} \tag{2.4}$$

olacak şekilde N tam sayısı vardır.

1. Durum: $y(t)$ aşikar olmayan bir çözüm olduğuna göre, $y_n(\theta_n) \neq 0$ olacak şekilde bir $n > n \geq m \geq N > 0$ tam sayısı vardır.

(i) $y_n(\theta_n) > 0$ ise $f\big(y_n(\theta_n)\big) > 0$ olup her $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ için,

$$y_n'(t) = -a(t)f\big(y_n(\theta_n)\big) < 0 \tag{2.5}$$

olup $y_n(t)$ çözümü azalandır. (2.1) denkleminin her iki tarafının θ_n den t ye integrali alınırsa,

$$y_n(t) = y_n(\theta_n) - f\big(y_n(\theta_n)\big) \int_{\theta_n}^{t} a(s)ds$$

çözümüne ulaşılır ve burada $t = \theta_{n+1}$ yazılırsa,

$$y_n(\theta_{n+1}) = y_n(\theta_n) - f\big(y_n(\theta_n)\big) \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds$$

$$= y_n(\theta_n)\left\{1 - \frac{f\big(y_n(\theta_n)\big)}{y_n(\theta_n)} \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds\right\}$$

bulunur. (2.2) eşitsizliğinden,

$$y_n(\theta_{n+1}) > y_n(\theta_n)\left\{1 - M\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds\right\}$$

ve sonrasında, (2.4) eşitsizliğinden,

$$y_n(t) > y_n(\theta_{n+1}) > y_n(\theta_n)\left\{1 - M\left(\frac{1}{M} - \varepsilon\right)\right\} > y_n(\theta_n)M\varepsilon > 0$$

olduğu görülür. Benzer şekilde devam edilirse, $y_n(\theta_{n+1}) > 0$ olacağından $y_{n+1}(t) > 0$ sonucu ortaya çıkar. Dolayısıyla, her $t \in [\theta_n, \infty)$ için $y(t) > 0$ olup $y(t)$ salınımsızdır.

(ii) $y_n(\theta_n) < 0$ ise $f\big(y_n(\theta_n)\big) < 0$ olur. (2.1) denkleminde her $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ için**,**

$$y_n'(t) = -a(t)f\big(y_n(\theta_n)\big) > 0 \tag{2.6}$$

olup $y_n(t)$ artandır. (2.1) eşitliğinde her iki tarafın θ_n den θ_{n+1} ye integrali alınırsa,

$$y_n(\theta_{n+1}) = y_n(\theta_n) - f\big(y_n(\theta_n)\big)\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds$$

$$< y_n(\theta_n)\left\{1 - \frac{f\big(y_n(\theta_n)\big)}{y_n(\theta_n)}\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds\right\}$$

elde edilir. Böylece, (2.2) ve (2.3) eşitsizliklerinden,

$$y_n(t) < y_n(\theta_{n+1}) < y_n(\theta_n)\left\{1 - M\left(\frac{1}{M} - \varepsilon\right)\right\} < y_n(\theta_n)M\varepsilon < 0$$

elde edilir. Aynı şekilde devam edilirse, $y_{n+1}(t) < 0$ olur. O halde, her $t \in [\theta_n, \infty)$ için $y(t) < 0$ olacağından $y(t)$ salınımsızdır.

2. Durum: Bir $n \geq m \geq N > 0$ için $y_n(\theta_n) = 0$ var olsun. Bu durumda,

(i) $f(0) = 0$ ise (2.5) eşitliğinde $y_n'(t) = 0$ olur. Bu durumda, $t \in [\theta_n, \infty)$ için $y(t) = 0$ olup $y(t)$ salınımsızdır.

(ii) $f(0) > 0$ ise, $y_n'(t) = -a(t)f(0) < 0$ olup $y_n(t)$ azalandır. Böylece, $y_n(\theta_{n+1}) < 0$ olur. Bu durumda, 1. Durumun (ii) maddesine göre $y(t)$ salınımsızdır.

(iii) $f(0) < 0$ ise, $y_n'(t) = -a(t)f(0) > 0$ olup $y_n(t)$ artandır. O halde, varsayımdan dolayı $y_n(\theta_{n+1}) > 0$ bulunur. Böylece, 1. Durumun (i) maddesi gereği $y(t)$ salınımsızdır. ■

Örnek 1: $n > 0$ tam sayısı için $\theta_n = \frac{n}{5}$ reel sayı dizisi verilsin.

$$y'(t) + \left(\frac{1}{t^2} + \frac{1}{t} + 1\right)y\big(\beta(t)\big)\big(\sin y\big(\beta(t)\big) + 2\big) = 0 \tag{2.7}$$

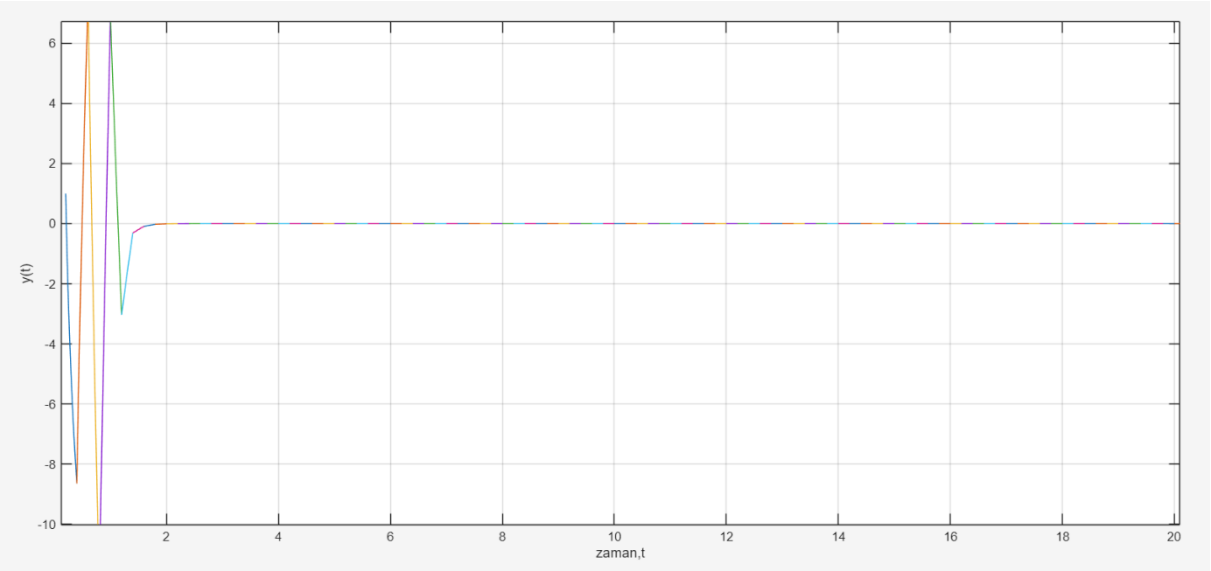
$$y(\theta_1) = 1$$

probleminin salınım davranışı incelenirse,

$a(t) = \frac{1}{t^2} + \frac{1}{t} + 1 > 0;\ f(x) = x(\sin x + 2)\ ;\ xf(x) > 0;$

$$\frac{f(x)}{x} = \sin x + 2 \implies 1 \le \frac{f(x)}{x} \le 3 = M \text{ ve } \limsup_{n\to\infty} \int_{\frac{n}{5}}^{\frac{n+1}{5}} \left(\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} + 1\right) ds = \frac{1}{5} < \frac{1}{3}$$

olduğundan Teorem 2.1 in koşulları sağlanır. Dolayısıyla Teorem 2.1 e göre (2.7) GPSADD salınımsızdır. (2.7) GPSADD'nin salınımsızlığını gösteren simülasyon Şekil 1 ile verilmiştir.



Şekil 2. (2.7) GPSADD'nin salınımsızlığını gösteren simülasyon

Sonuç 1. (2.1) başlangıç değer probleminde $a = \text{sabit} > 0$ olsun.

$$y'(t) + af\left(y(\beta(t))\right) = 0 \tag{2.8}$$

denklemindeki *f* fonksiyonu için (2.2) şartı sağlansın. $n \to \infty$ için,

$$\theta_{n+1} - \theta_n = k_n \to k < \frac{1}{Ma}$$

ise Teorem 2.1 e göre (2.8) GPSADD'nin tüm çözümleri salınımsızdır.

Örnek 2: $n \ge 0$ tam sayısı için $\theta_n = \frac{n}{7}$ reel sayı dizisi verilsin.

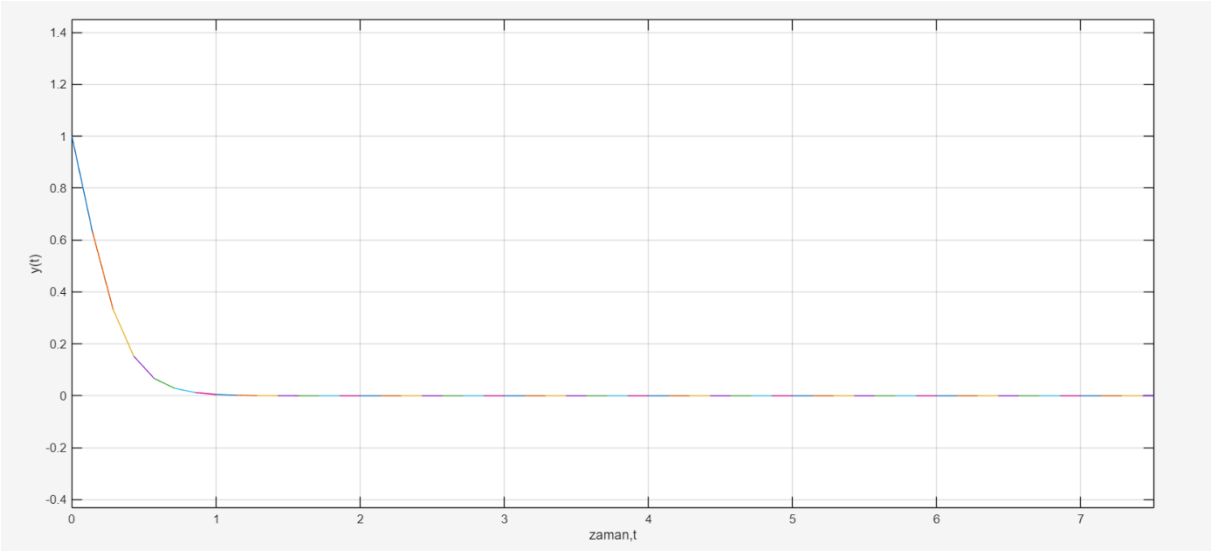
$$y'(t) + 2y(\beta(t))(cos^2 y(\beta(t)) + 1) = 0 \tag{2.9}$$
$$y(\theta_0) = 1$$

GPSADD'nin salınım davranışını inceleyelim. Bu denklemde, $a(t) = a = 2 > 0$;

$f(x) = x(cos^2 x + 1)$; $xf(x) > 0$ olur. Aynı zamanda,

$$1 \le \frac{f(x)}{x} \le 2 = M \quad ve \;\; \theta_{n+1} - \theta_n = \frac{n+1}{7} - \frac{n}{7} = \frac{1}{7} < \frac{1}{4} = \frac{1}{Ma}$$

olduğundan Teorem 2.1 e göre (2.9) probleminin tüm çözümleri salınımsızdır. Bu duruma ait elde edilen simülasyon Şekil 2 ile gösterilmektedir.



Şekil 3. (2.9) GPSADD'nin salınımsızlığını gösteren simülasyon

Teorem 2.2. (2.1) başlangıç değer probleminde, $xf(x) > 0\ (x \neq 0)$ ve $a(t) \geq 0$ olmak üzere,

$$|x| \leq K \text{ ve } \quad 0 < \frac{f(x)}{x} \leq M \qquad (x \neq 0) \tag{2.10}$$

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds = 0 \tag{2.11}$$

ise (2.1) probleminin tüm sınırlı çözümleri salınımsızdır.

İspat: $y(t)$, (2.1) denkleminin sınırlı ve aşikar olmayan bir çözümü olmak üzere $t \in [\theta_0, \infty)$ için $|y(t)| \leq K$ olsun. (2.11) eşitliğinden, $0 < \varepsilon < \frac{1}{M}$ ve her $m > N > 0$ olduğunda,

$$\int_{\theta_m}^{\theta_{m+1}} a(s)ds < \varepsilon < \frac{1}{M} \tag{2.12}$$

olacak şekilde bir N tam sayısı ve bir $n \geq m > N > 0$ için $y_n(\theta_n) \neq 0$ vardır.

1. Durum: $y_n(\theta_n) > 0$ olsun. Bu durumda, $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ için,

$$y_n'(t) = -a(t)f\big(y_n(\theta_n)\big) < 0$$

olup $y_n(t)$ azalandır. (2.1) denkleminin $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ aralığındaki çözümü olan,

$$y_n(t) = y_n(\theta_n) - f\big(y_n(\theta_n)\big) \int_{\theta_n}^{t} a(s)ds$$

eşitliğinde $t = \theta_{n+1}$ yazılırsa,

$$y_n(\theta_{n+1}) = y_n(\theta_n) - f\big(y_n(\theta_n)\big) \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds \tag{2.13}$$

elde edilir. Böylece, (2.10) eşitsizliğinden,

$$y_n(\theta_{n+1}) > y_n(\theta_n) - My_n(\theta_n)\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds$$

olup (2.12) eşitsizliğinden ve $y(t)$ sınırlı olduğundan,

$$y_n(\theta_{n+1}) > y_n(\theta_n) - My_n(\theta_n)\varepsilon > y_n(\theta_n)\left(1 - M\frac{1}{M}\right) > 0$$

olarak bulunur. Sonuç olarak, $t \in [\theta_n, \infty)$ için $y(t) > 0$ olduğu görülür. O halde, $y(t)$ salınımsızdır.

2. Durum: $y_n(\theta_n) < 0$ olsun. Bu durumda,

$$y_n'(t) = -a(t)f\big(y_n(\theta_n)\big) > 0$$

olup $y_n(t)$ artandır. (2.13) eşitliği ve (2.10) eşitsizliği kullanılırsa,

$$y_n(\theta_{n+1}) < y_n(\theta_n) - My_n(\theta_n)\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds$$

eşitsizliği elde edilir. (2.12) eşitsizliği kullanılırsa,

$$y_n(\theta_{n+1}) < y_n(\theta_n)(1 - M\varepsilon) < y_n(\theta_n)\left(1 - M\frac{1}{M}\right) < 0$$

olarak bulunur. Benzer şekilde devam edilirse, her $t \in [\theta_n, \infty)$ için $y(t) < 0$ olacağından $y(t)$ salınımsızdır.

3. Durum: $y_0(\theta_0) = 0$ olsun.

(i) $f(0) = 0$ ise $y_0(t) = 0$ olup, $y_0(\theta_1) = 0$ olur. O halde, her $t \in [\theta_0, \infty)$ için, $y(t) = 0$ olup aşikar çözüm elde edilir.

(ii) $f(0) > 0$ ise $y_0'(t) = -a(t)f(0) < 0$ olup $y_0(t)$ azalandır. Böylece, $y_0(\theta_1) < 0$ olur. 2. Durumdan her $t \in (\theta_0, \infty)$ için $y(t) < 0$ olur. O halde, $y(t)$ salınımsızdır.

(iii) $f(0) < 0$ ise $y_0'(t) = -a(t)f(0) > 0$ olup $y_n(t)$ artandır. Bu durumda, $y_0(\theta_1) > 0$ ve 1. Durumdan dolayı her $t \in (\theta_0, \infty)$ için $y(t) > 0$ olur. Yani, $y(t)$ salınımsız olur. ■

Örnek 3: $n \geq 0$ tam sayısı için $\theta_n = \frac{n}{5}$ reel sayı dizisi verilsin.

$$y'(t) + \left(\frac{1}{t+1}\right)y\big(\beta(t)\big)\big(e^{-y(\beta(t))} + 1\big) = 0 \qquad (2.14)$$

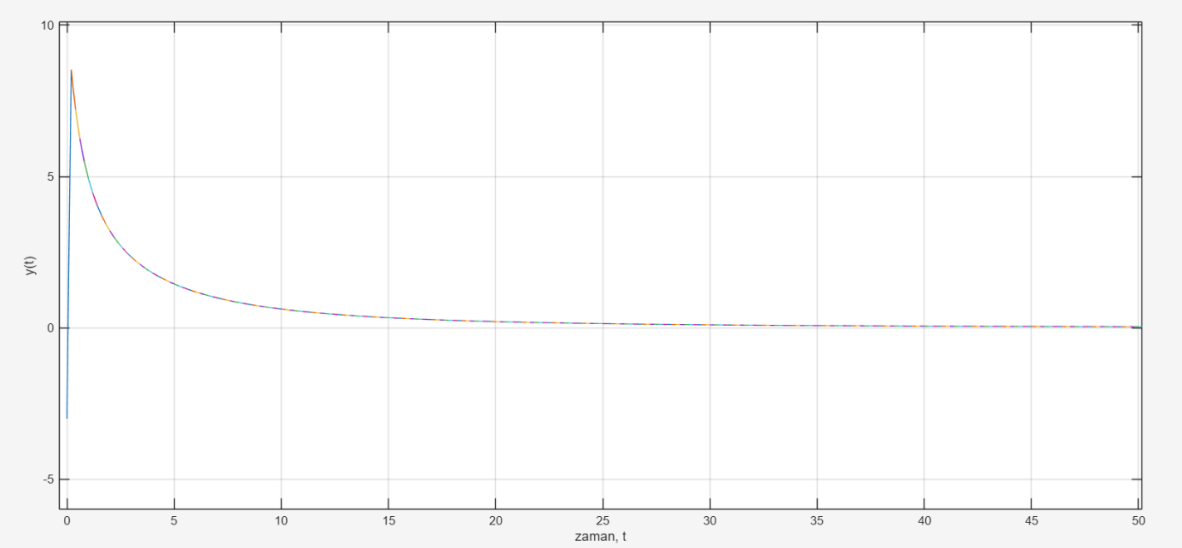
$$y(\theta_0) = -3$$

olarak tanımlanan GPSADD'nin salınım davranışını inceleyelim.

$a(t) = \frac{1}{t+1}$; $f(x) = x(e^{-x} + 1)$; $xf(x) > 0$ olur. Ayrıca,

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{\frac{n}{5}}^{\frac{n+1}{5}} a(s)ds = \limsup_{n\to\infty} \int_{\frac{n}{5}}^{\frac{n+1}{5}} \frac{ds}{s+1} = 0$$

olduğundan Teorem 2.2 ye göre (2.14) GPSADD salınımsızdır. (2.14) GPSADD'ne ait nümerik simülasyon Şekil 3 ile verilmektedir.



Şekil 4. (2.14) GPSADD'nin salınımsızlığını gösteren simülasyon

3. SONUÇ

Bu çalışmada,

$$y'(t) + a(t)f\left(y\left(\beta(t)\right)\right) = 0$$

tipindeki birinci mertebe GPSADD'lerin çözümlerinin salınımsızlık davranışları incelenerek bazı teorik sonuçlar çıkarılmıştır. Bulunan bu sonuçların, argüman fonksiyonunun belirli aralıklarda sabit kaldığı ve sistemin geçmiş zamandaki değerlerinin mevcut durumu etkilediği dinamik sistemlerin modellenmesinde kullanılan GPSADD teorinin geliştirilmesine katkısı olacağı umut edilmektedir. Ayrıca, ortaya konulan teorik sonuçların geçerliliği bazı görsel örnekler ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Aftabizadeh, A., & Wiener, J. (1985). Oscillatory properties of first order linear functional differential equations. *Applicable Analysis,, 20*(3-4), 165-187.

Aftabizadeh, A., Wiener, J., & Xu, J.-M. (1987). Oscillatory and periodic solutions of Delay differential Equations With Piecewise Constant Argument. *Proceedings of the AmericanMathematical Society, 99*(4), 673-679.

Akhmet, M. (2007). Integral manifolds of differential equations with piecewise constant argument generalized type. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 66*(2), 367-383.

Akhmet, M. (2008). Stability of Differential Equations with Piecewise Constant Arguments of Generalized Type. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 68*(4), 794-803.

Busenberg, S., & Cooke, K. (1982). Models of Vertically Transmitted Diseases With Sequential-Continuous Dynamics. *Nonlinear phenomena in mathematical sciences*, 179-187.

Chiu, K.-S. (2024). Almost Periodic Solutions of Differential Equations with Generalized Piecewise Constant Delay. *Mathematics, 12*(22), 3528. doi:https://doi.org/10.3390/math12223528

Chiu, K.-S., & Jeng, J.-C. (2015). Stability of oscillatory solutions of differential equations with general piecewise constant arguments of mixed type. *288*(10), 1085-1097.

Chiu, K.-S., & Li, T. (2019). Oscillatory and periodic solutions of differential equations with piecewise constant generalized mixed arguments. *292*(10), 2153-2164.

Chiu, K.-S., & Pinto, M. (2010). Periodic solutions of differential equations with a general piecewise constant argument and applications. *Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations*(46), 1-19.

Cooke, K., & Wiener, J. (1984). Retarded Differential Equations with Piecewise Constant Delays. *Journal of Mathematical Analysis and Application, 99*(1), 265-297. doi:https://doi.org/10.1016/0022-247X(84)90248-8

Györi, I., & Ladas, G. (1989). Linearized Oscillations for Equations with Piecewise Constant Arguments. *Differential and Integral Equations, 2*(2), 123-131.

Shah, S., & Wiener, J. (1983). Advanced Differential Equations With Piecewise Constant Argument Deviations. *Internat. J. Math. & Math. Sci., 6*(4), 671-703.

Shen, J., & Stavroulakis, I. (2000). Oscillatory and Nonoscillatory Delay Equations with Piecewise Constant Argument. *Journal of Mathematical Analysis and Applications, 248*(2), 385-401.

Wiener, J. (1993). *Generalized Solutions of Functional Differential Equations.* Singapore: World Scientific .

Zhang, B., & Parhi, N. (1989). Oscillatory and Nonoscillatory Properties of First Order Differential Equations with Piecewise Constant Deviating Arguments. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*(139), 23-35.

GENELLEŞTİRİLMİŞ PARÇALI SABİT GECİKMEYE SAHİP BİRİNCİ MERTEBEDEN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMLERİNİN SALINIM ÖZELLİKLERİ

Güler KUTLU
Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Isparta, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9890-120X
Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN
Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Isparta, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1867-0996

ÖZET

Parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler (PSADD), argüman fonksiyonunun belirli aralıklarda sabit kaldığı ve sistemin geçmiş zamandaki değerlerinin mevcut durumu etkilediği dinamik sistemlerin modellenmesinde kullanılır. Parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemlerde gecikme miktarı zamanın tam değeridir. Argüman fonksiyonunun belirli bir kurala göre genelleştirilmesiyle elde edilen diferansiyel denklemler, genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler (GPSADD) olarak adlandırılır. GPSADD teorisi son yıllarda önemli ölçüde geliştirilmiş olup geniş uygulama alanı olması nedeniyle büyük ilgi görmüştür. Bu denklemler hem kesikli zamanlı hem de süreksiz girdili sistemleri modellemede kullanılır. Örneğin; kesikli kontrol sistemleri, ekonomik modeller (gecikmeli ve parça parça güncellenen veri), zaman örneklemeli sinyal işleme, nöral ağlar ve biyolojik modeller, kimyasal reaksiyonlar (reaktif gecikmeler) alanlarındaki bazı sistemlerin modellenmesinde genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, birinci mertebeden genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler incelenerek çözümlerin salınımlı ve salınımsız davranışlarına ilişkin çeşitli teorik sonuçlar elde edilmiştir. İncelemesi yapılan birinci mertebeden genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemin çözümleri analiz edilerek çözüm fonksiyonlarının salınımlılığı ya da salınımsızlığı üzerine bazı teorik sonuçlar çıkarılmıştır. Ayrıca, teorik sonuçların geçerliliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için çeşitli örnekler verilmiştir. Verilen örneklerin MATLAB kullanılarak oluşturulan simülasyon tabanlı grafiksel gösterimleri de çalışmada yer almaktadır. Bulunan bu sonuçların diferansiyel denklemler teorisi ve uygulamalarına katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Diferansiyel denklemler, Salınım, Genelleştirilmiş parçalı sabit argüman, Birinci mertebe diferansiyel denklem, Simülasyon.

OSCILLATION PROPERTIES OF SOLUTIONS IN FIRST ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT DELAY

ABSTRACT

Differential equations with piecewise constant arguments (DEPCA) are used to model dynamic systems in which the argument function remains constant over certain intervals and the present state of the system depends on its past values. In DEPCAs, the delay amount corresponds to an integer value of time. Differential equations obtained by generalizing the argument function according to a specific rule are called differential equations with piecewise constant argument of generalized type (DEPCAG). The theory of DEPCAG has been significantly developed in recent years and has attracted considerable attention due to its wide range of applications. These equations are employed in modeling systems with discrete-time behavior or discontinuous inputs. For instance, DEPCAGs are used in the modeling of discrete control systems, economic models (with delayed and piecewise updated data), time sampled signal processing neural networks and biological models, and chemical reactions involving reactive delays.

In this study, a first-order differential equation with a piecewise constant argument of generalized type is examined, and several theoretical results are derived regarding the oscillatory and non-oscillatory behavior of its solutions. Furthermore, several examples are provided to illustrate the validity of the theoretical results and to demonstrate their applicability. Simulation-based graphical illustrations of the given examples, generated by using MATLAB, are also included in the study. It is expected that these results will contribute to the theory and applications of differential equations.

Keywords: Differential equations, Oscillation, Piecewise constant argument of generalized type, First order differential equation, Simulation.

1. GİRİŞ

Zaman gecikmesi içeren diferansiyel denklemler, birçok fiziksel, biyolojik ve mühendislik sistemlerinin dinamiklerinin modellemesinde kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda gecikme fonksiyonu sürekli olmayıp yalnızca belirli zamanlarda güncellenmekte ve parça parça sabit bir yapı göstermektedir. Bu nedenle, parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler (PSADD), gecikmeli denklemler sınıfının önemli bir genellemesi olarak ortaya çıkmıştır. Parçalı sabit argüman içeren ilk modelleme çalışması, biyomedikal alanında Busenberg ve Cooke (1982) tarafından yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda PSADD teorisinin gelişimine önemli katkılar sunan Shah ve Wiener (1983), Cooke ve Wiener (1984), Aftabizadeh ve Wiener (1985), Aftabizadeh, Wiener ve Xu (1987), Zhang ve Parhi (1989), Györi ve Ladas (1989),

Wiener (1993), Shen ve Stavroulakis (2000) tarafından yapılan çalışmalarda, birinci mertebeden PSADD'lerin çözümlerinin varlık-teklik, kararlılık, salınım ve salınımsızlık davranışları incelenmiştir. Bu çalışmalarda tanımlanan parçalı sabit argüman fonksiyonu zamanın tam değeri olarak alınmış ve ardışık iki sapma argümanı arasındaki fark her zaman 1'e eşit olmuştur. Parçalı sabit argüman olarak tam değer yerine uygun bir parçalı fonksiyon dizisi alınıp genelleştirilmesiyle elde edilen, genelleştirilmiş parçalı sabit argümanlı diferansiyel denklemler (GPSADD) ilk olarak Akhmet (2007; 2008) çalışmalarında ele alınmıştır. GPSADD'lerin genel hali;

$$x'(t) = f\left(t, x(t), x\big(\beta(t)\big)\right)$$

formunda ifade edilmektedir. $\beta(t)$ parçalı fonksiyonu; $t \in R$ ve $i \in Z$ olmak üzere, $t \in [\theta_i, \theta_{i+1})$ aralığında $\beta(t) = \theta_i$ olarak tanımlanmaktadır. $\theta = \{\theta_i\}$, $i \longrightarrow \infty$ iken $|\theta_i| \longrightarrow \infty$ olacak şekilde reel değerli artan bir dizidir. Burada, ardışık iki argüman arasındaki uzaklık argümana göre değiştiğinden sabit değildir. Ölçümlerin belirli zamanlarda alındığı veya sistem parametrelerinin periyodik olarak güncellendiği durumlarda GPSADD modelleri, klasik gecikmeli diferansiyel denklemlere kıyasla daha gerçekçi ve esnek bir temsil sunmaktadır. Bu yapı sayesinde dinamik sistemin gelecekteki durumu, hem mevcut zamana hem de parçalı gecikme fonksiyonunun değerine bağlı olarak değişir. Böylece; *x* değerinin değişimi, *t* anına ve *x* değerinin *t* ve parçalı fonksiyon $\beta(t)$ anındaki değerlerine bağlıdır. Bu çalışmada, $a(t)$ ve f sürekli reel değişkenli fonksiyonlar olmak üzere;

$$y'(t) + a(t) f\left(y\big(\beta(t)\big)\right) = 0$$

tipindeki birinci mertebeden GPSADD'lerin çözümlerinin salınım davranışlarını belirlemeye yönelik bazı teorik sonuçlar verilmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

$n \longrightarrow \infty$ iken $|\theta_n| \longrightarrow \infty$ olacak şekilde reel değerli bir $\theta = \{\theta_n\}$, $(n \in \mathbb{N})$ artan dizisi verilsin. $\beta(t)$ parçalı fonksiyonu; $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ aralığında $\beta(t) = \theta_n$ olarak tanımlansın. $a(t)$ ve f sürekli reel değişkenli fonksiyonlar olmak üzere,

$$y'(t) + a(t) f\left(y\big(\beta(t)\big)\right) = 0 \qquad (2.1)$$

$$y(\theta_0) = y_0(\theta_0)$$

formundaki başlangıç değer problemi verilsin.

Tanım 1. Bir $y(t)$ fonksiyonu,

(i) $[\theta_0, \infty)$ aralığında sürekli,

(ii) her n doğal sayısı için tek taraflı türevlerinin mevcut olduğu θ_n noktaları haricindeki her $t \in [\theta_0, \infty)$ noktasında $y'(t)$ türevleri mevcut,

(iii) her n doğal sayısı ve her $t \in [\theta_n, \theta_{n+1})$ için (2.1) GPSADD'ni sağlıyor

ise bu fonksiyona (2.1) denkleminin bir çözümüdür denir.

Tanım 2. Bir diferansiyel denklemin aşikar olmayan bir çözümü keyfi sayıda sıfıra sahipse o çözüme "salınımlı çözüm" denir. Aksi halde çözüme "salınımsız çözüm" adı verilir. Eğer bir diferansiyel denklemin tüm çözümleri salınımlı ise o denkleme "salınımlı diferansiyel denklem"; eğer diferansiyel denklemin tüm çözümleri salınımsız ise "salınımsız diferansiyel denklem" olarak adlandırılır.

Notasyon: Bu çalışmada, (2.1) GPSADD'nin $[\theta_n, \theta_{n+1})$ aralığındaki çözüm fonksiyonu $y_n(t)$ ile gösterilmektedir.

Teorem 2.1 (2.1) başlangıç değer probleminde, $xf(x) > 0$ $(x \neq 0)$ ve her $t \in [\theta_0, \infty)$ için $a(t) \leq 0$ ise (2.1) probleminin tüm çözümleri salınımsızdır.

İspat: 1. Durum: $n \geq N > 0$ tam sayı ve her $t \in [\theta_n, \infty)$ için $a(t) = 0$ olacak şekilde N tam sayısı var olsun. Bu durumda; $y'(t) = 0$ olup $y(t) = y_n(\theta_n) = \text{sabit}$ olacağından $y(t)$ salınımsızdır.

2. Durum: Her $t \in [\theta_0, \infty)$ için $a(t) < 0$ ve $y_0(\theta_0) \neq 0$ olsun. $t \in [\theta_0, \theta_1)$ için,

$$y_0'(t) = -a(t)f\big(y_0(\theta_0)\big) \tag{2.2}$$

denkleminin çözümü,

$$y_0(t) = y_0(\theta_0) - f\big(y_0(\theta_0)\big)\int_{\theta_0}^{t} a(s)ds \tag{2.3}$$

olur.

(i) $y_0(\theta_0) < 0$ ise $f\big(y_0(\theta_0)\big) < 0$ dır. Varsayımdan $a(t) < 0$ ve (2.2) eşitliğinden dolayı $y_0'(t) < 0$ olup $y_0(t)$ azalandır. (2.3) eşitliğinde $t = \theta_1$ yazılırsa,

$$y_1(\theta_1) = y_0(\theta_1) = y_0(\theta_0) - f\big(y_0(\theta_0)\big)\int_{\theta_0}^{\theta_1} a(s)ds$$

elde edilir. $y_1(\theta_1) < y_0(t) < y_0(\theta_0) < 0$ olup benzer şekilde devam edilirse, her $t \in [\theta_0, \infty)$ için $y(t) < 0$ olduğu görülür. Böylece, (2.1) probleminin tüm çözümleri salınımsızdır.

(ii) $y_0(\theta_0) > 0$ ise $f\big(y_0(\theta_0)\big) > 0$ dır. Varsayımdan $a(t) < 0$ olduğundan $y_0'(t) > 0$ olup $y_0(t)$ artandır. (2.3) eşitliğinde $t = \theta_1$ yazılırsa,

$$y_1(\theta_1) = y_0(\theta_1) = y_0(\theta_0) - f\big(y_0(\theta_0)\big) \int_{\theta_0}^{\theta_1} a(s)ds$$

elde edilir. $y_1(\theta_1) > y_0(t) > y_0(\theta_0) > 0$ olup benzer şekilde devam edilirse, her $t \in [\theta_0, \infty)$ için $y(t) > 0$ olacağından (2.1) probleminin tüm çözümleri salınımsızdır.

3. Durum: Her $t \in [\theta_0, \infty)$ için $a(t) < 0$ ve $y_0(\theta_0) = 0$ olsun. $t \in [\theta_0, \theta_1)$ için,

$$y_0'(t) + a(t)f(0) = 0 \tag{2.4}$$

denkleminin $t \in [\theta_0, \theta_1)$ aralığındaki çözümü;

$$y_0(t) - y_0(\theta_0) = -f(0) \int_{\theta_0}^{t} a(s)ds$$

$$y_0(t) = -f(0) \int_{\theta_0}^{t} a(s)ds \tag{2.5}$$

olup burada $t = \theta_1$ yazılırsa,

$$y_0(\theta_1) = y_1(\theta_1) = -f(0) \int_{\theta_0}^{\theta_1} a(s)ds \tag{2.6}$$

elde edilir.

(i) $f(0) = 0$ ise $y(t) = 0$ aşikar çözümü elde edilir. $y(t)$ salınımsızdır.

(ii) $f(0) > 0$ ise (2.6) dan $y_1(\theta_1) > 0$ olur. 2.Durumdan $y(t)$ salınımsızdır.

(iii) $f(0) < 0$ ise (2.6) dan $y_1(\theta_1) < 0$ olup 2.Durumdan $y(t)$ salınımsızdır.

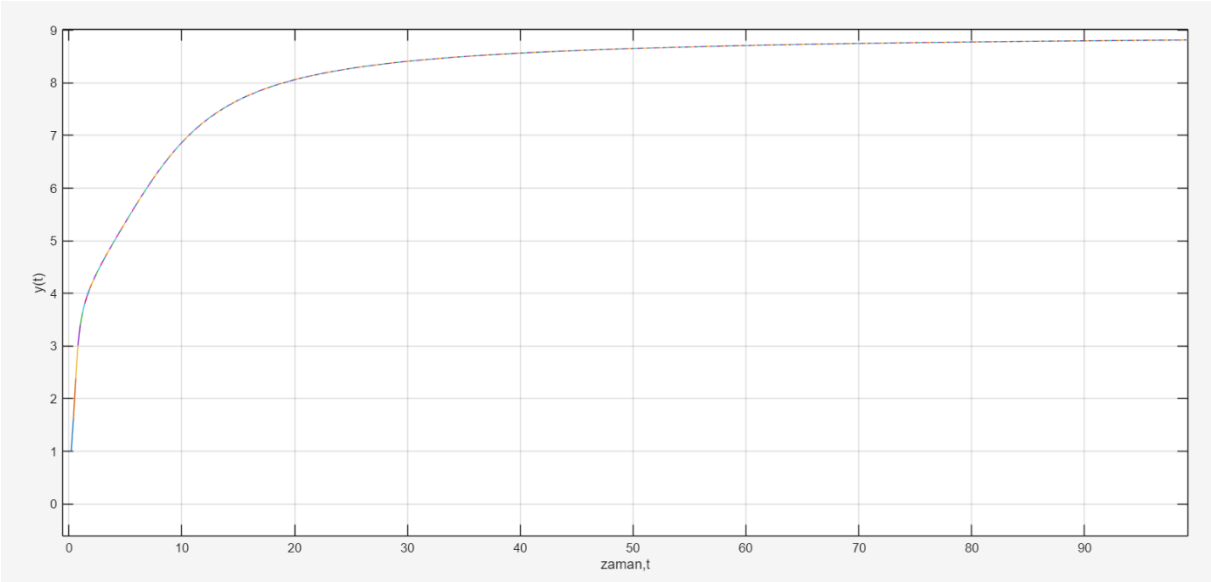
Örnek 1: $n \geq 0$ doğal sayısı için $\theta_n = \frac{n}{5}$ reel sayı dizisi verilsin.

$$y'(t) - \frac{1}{t^2+1} y\big(\beta(t)\big)\Big(2 + \sin\big(y\big(\beta(t)\big) + \cos\big(y\big(\beta(t)\big)\Big) \tag{2.7}$$

$$y(\theta_0) = 1$$

olarak tanımlanan GPSADD'nin çözümlerinin salınım davranışını inceleyelim.

$f(x) = x(2 + \sin x + \cos x)$ için $xf(x) > 0$ $(x \neq 0)$ ve $a(t) = -\frac{1}{t^2+1} < 0$ olduğundan Teorem 2.1 den dolayı (2.7) GPSADD'i salınımsızdır. Bu duruma ait elde edilen simülasyon Şekil 1 ile verilmektedir.



Şekil 5. (2.7) GPSADD'nin salınımsızlığını gösteren simülasyon

Teorem 2.2 (2.1) başlangıç değer probleminde, $xf(x) > 0\ (x \neq 0)$ ve $a(t) > 0$ olmak üzere,

$$\lim_{x\to 0} \frac{x}{f(x)} = M < \infty \tag{2.8}$$

$$M < \limsup_{n\to\infty} \int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds < \infty \tag{2.9}$$

ise (2.1) probleminin tüm çözümleri salınımlıdır.

İspat: $y(t)$, (2.1) in salınımsız bir çözümü olsun. Her $n_1 \geq N_1 > 0$ ve $t \in [\theta_{n_1}, \infty)$ için $y(t) > 0$ olacak şekilde N_1 tam sayısı var olsun. Bu durumda,

$$y'(t) = -a(t)f\left(y\left(\beta(t)\right)\right) < 0$$

olduğundan $y(t)$ azalan ve alttan sınırlıdır. O halde; $\lim_{t\to\infty} y(t) = \sigma$ vardır. $\sigma = 0$ ya da $\sigma > 0$ olabilir.

(i) $\sigma > 0$ olsun. f sürekli olduğundan $t \to \infty$ için $f\left(y(t)\right) \to f(\sigma) > 0$ olur. (2.9) eşitsizliğinden $0 < \varepsilon < f(\sigma)$ olmak üzere,

$$\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds > M + \varepsilon \tag{2.10}$$

olacak şekilde $\left\{\theta_{m_j}\right\}$ dizisi vardır. Ayrıca, $m_j \to \infty$ için $y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right) \to \sigma$ olduğundan $m_j > N_2 \geq N_1 > 0$ olmak üzere,

$$\left|f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right) - f(\sigma)\right| < \varepsilon$$

$$-\varepsilon < f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right) - f(\sigma) < \varepsilon$$

$$0 < f(\sigma) - \varepsilon < f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right) < f(\sigma) + \varepsilon \qquad (2.11)$$

olacak şekilde N_2 tam sayısı vardır. $r > 0$ için (2.1) in her iki tarafının θ_{m_j} den θ_{m_j+r} e integral alınırsa;

$$\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+r}} y'(s)ds = -\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+r}} f\left(y(\beta(t))\right)a(s)ds$$

olup (2.11) den,

$$y_{\theta_{m_j+r}}\left(\theta_{m_j+r}\right) = y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)$$

$$-\left\{\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} f\left(y(\beta(t))\right)a(s)ds + \cdots + \int_{\theta_{m_j+r-1}}^{\theta_{m_j+r}} f\left(y(\beta(t))\right)a(s)ds\right\}$$

$$< y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right) - (f(\sigma)-\varepsilon)\left\{\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds + \cdots + \int_{\theta_{m_j+r-1}}^{\theta_{m_j+r}} a(s)ds\right\}$$

elde edilir. Yeterince büyük $r > 0$ için,

$$y_{\theta_{m_j+r}}\left(\theta_{m_j+r}\right) \le y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right) - (f(\sigma)-\varepsilon)(M+\varepsilon)r$$

ve $y(t)$ azalan olduğundan $r \to \infty$ iken $y_{\theta_{m_j+r}}\left(\theta_{m_j+r}\right) < 0$ olur. Bu ise $y(t) > 0$ varsayımı ile çelişir.

(ii) $\sigma = 0$ olsun. O halde, $m_j \to \infty$ için $y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right) \to 0$ olur. (2.1) in her iki tarafının θ_{m_j} den θ_{m_j+1} e integral alınırsa;

$$\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} y'(s)ds = -\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} f\left(y(\beta(t))\right)a(s)ds$$

$$y_{m_j+1}\left(\theta_{m_j+1}\right) - y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right) = -f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds < 0$$

$$\frac{y_{m_j+1}\left(\theta_{m_j+1}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)} - \frac{y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)} < -\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds$$

$$-\frac{y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)}<\frac{y_{m_j+1}\left(\theta_{m_j+1}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)}-\frac{y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)}<-\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds$$

$$\frac{y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)}>\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds$$

elde edilir. Eşitsizliğin her iki tarafının $m_j \to \infty$ için limiti alınırsa,

$$\limsup_{m_j\to\infty}\frac{y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)}{f\left(y_{m_j}\left(\theta_{m_j}\right)\right)}>\limsup_{m_j\to\infty}\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds$$

ve buradan

$$M>\limsup_{m_j\to\infty}\int_{\theta_{m_j}}^{\theta_{m_j+1}} a(s)ds$$

olup bu da (2.9) koşuluyla çelişir. Dolayısıyla, $y(t)>0$ varsayımımız yanlıştır.

(2.1) probleminin salınımsız bir $y(t)$ çözümü için, $n \geq N > 0$ ve $t \in [\theta_n, \infty)$ iken $y(t) < 0$ kabul edilmesi durumunda da benzer şekilde ispat yapılarak çelişki elde edilir.

O halde, (2.8) ve (2.9) koşullarına göre (2.1) başlangıç değer probleminin tüm çözümleri salınımlıdır. ■

Örnek 2: $n \geq 0$ doğal sayısı için $\theta_n = \frac{n}{10}$ reel sayı dizisi verilsin.

$$y'(t)+(e^{-t}+10)y\big(\beta(t)\big)(1+\cos^2 y\big(\beta(t)\big)=0 \qquad (2.12)$$

$$y(\theta_0)=10$$

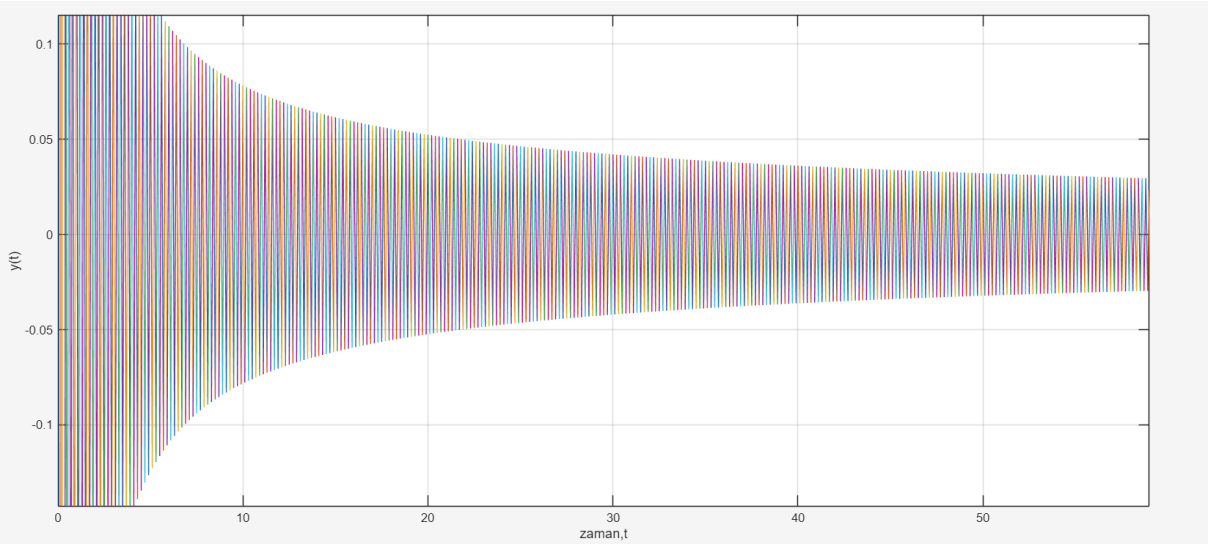
olarak tanımlanan GPSADD'nin çözümlerinin salınım durumunu inceleyelim.

$a(t)=t+1>0$, $f(x)=x(1+\cos^2 x)$ ve $xf(x)>0$ $(x\neq 0)$ olup,

$$\lim_{x\to 0}\frac{x}{f(x)}=\lim_{x\to 0}\frac{x}{x(1+\cos^2 x)}=\frac{1}{2},$$

$$\limsup_{n\to\infty}\int_{\theta_n}^{\theta_{n+1}} a(s)ds=\limsup_{n\to\infty}\int_{\frac{n}{10}}^{\frac{n+1}{10}}(e^{-s}+10)=1>\frac{1}{2}=M$$

olduğundan Teorem 2.2 den dolayı (2.12) GPSADD'nin tüm çözümleri salınımlıdır. Bu duruma ait elde edilen simülasyon Şekil 2 ile gösterilmektedir.



Şekil 6. (2.12) GPSADD'nin salınımlılığını gösteren simülasyon

Sonuç 1: (2.1) başlangıç değer probleminde $a = \text{sabit} > 0$ olsun.

$$y'(t) + af\left(y\left(\beta(t)\right)\right) = 0 \tag{2.13}$$

denkleminde yer alan *f* fonksiyonu için (2.8) şartı sağlansın. $n \to \infty$ için,

$$\theta_{n+1} - \theta_n = k_n \to k > \frac{M}{a}$$

ise Teorem 2.2 den dolayı (2.13) probleminin tüm çözümleri salınımlıdır.

Örnek 3: $n \geq 0$ doğal sayısı için $\theta_n = \frac{n}{7}$ reel sayı için,

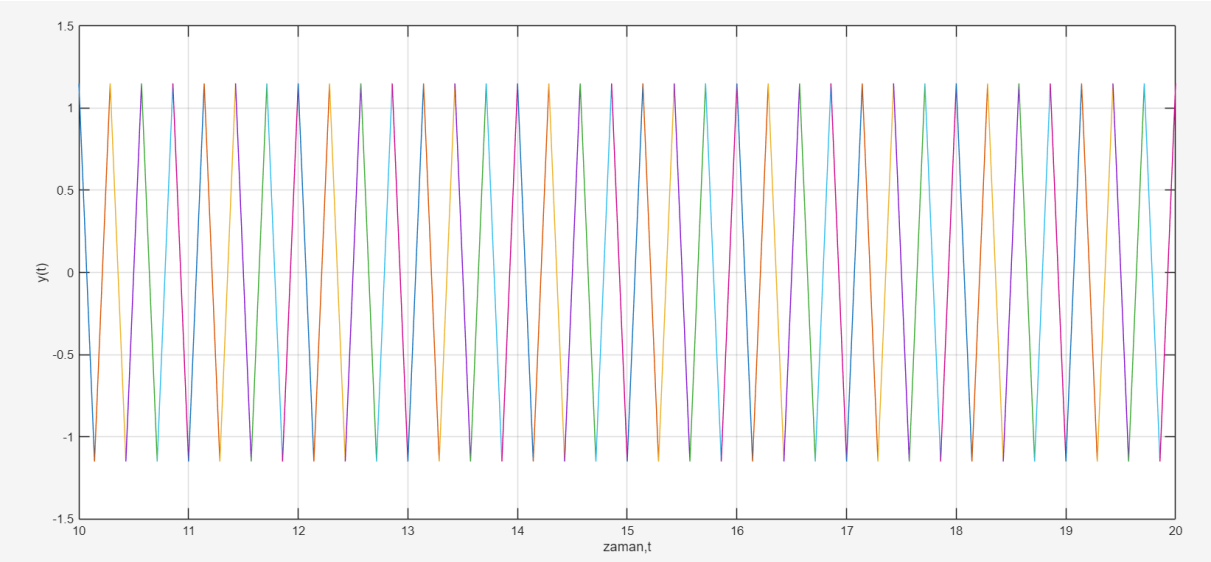
$$y'(t) + 12y\left(\beta(t)\right)\left(cos^2 y\left(\beta(t)\right) + 1\right) = 0 \tag{2.14}$$

$$y(\theta_0) = 1$$

GPSADD verilsin. Bu denklemde, $a(t) = a = 12 > 0;\ f(x) = x(cos^2 x + 1)$ olup,

$$\lim_{x\to 0} \frac{x}{f(x)} = \lim_{x\to 0} \frac{1}{cos^2 x + 1} = \frac{1}{2} = M < \infty$$

olur. Ayrıca, $\theta_{n+1} - \theta_n = \frac{n+1}{7} - \frac{n}{7} = \frac{1}{7} > \frac{1}{24} = \frac{M}{a}$ olduğundan (2.14) probleminin çözümleri, Teorem 2.2 ye göre salınımlıdır. Bu denklem için elde edilen nümerik simülasyon Şekil 3 ile verilmektedir.



Şekil 7. (2.14) GPSADD'nin salınımlılığını gösteren simülasyon

3. SONUÇ

Bu çalışmada; PSADD'lerdeki argüman fonksiyonun belirli bir kurala göre genelleştirilmesiyle elde edilen GPSADD'lerin birinci mertebeden,

$$y'(t) + a(t)f\left(y\left(\beta(t)\right)\right) = 0$$

tipinin çözümlerinin salınım/salınımsızlık kriterlerini belirlemeye yönelik bazı teorik sonuçlar çıkarılmıştır. Ayrıca, ortaya konulan teorik sonuçların geçerliliği bazı görsel örnekler ile desteklenmiştir. Ölçümlerin belirli zamanlarda alındığı veya sistem parametrelerinin periyodik olarak güncellendiği durumlarda GPSADD modelleri, klasik gecikmeli diferansiyel denklemlere kıyasla daha gerçekçi ve esnek bir temsil sunmaktadır. Bu sebeple, son yıllarda GPSADD teorisi üzerine yapılan çalışma sayısının önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen sonuçların bu teorinin gelişmesine yönelik bazı katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aftabizadeh, A., & Wiener, J. (1985). Oscillatory properties of first order linear functional differential equations. *Applicable Analysis,, 20*(3-4), 165-187.

Aftabizadeh, A., Wiener, J., & Xu, J.-M. (1987). Oscillatory and periodic solutions of Delay differential Equations With Piecewise Constant Argument. *Proceedings of the AmericanMathematical Society, 99*(4), 673-679.

Akhmet, M. (2007). Integral manifolds of differential equations with piecewise constant argument generalized type. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 66*(2), 367-383.

Akhmet, M. (2008). Stability of Differential Equations with Piecewise Constant Arguments of Generalized Type. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 68*(4), 794-803.

Busenberg, S., & Cooke, K. (1982). Models of Vertically Transmitted Diseases With Sequential-Continuous Dynamics. *Nonlinear phenomena in mathematical sciences*, 179-187.

Cooke, K., & Wiener, J. (1984). Retarded Differential Equations with Piecewise Constant Delays. *Journal of Mathematical Analysis and Application, 99*(1), 265-297. doi:https://doi.org/10.1016/0022-247X(84)90248-8

Györi, I., & Ladas, G. (1989). Linearized Oscillations for Equations with Piecewise Constant Arguments. *Differential and Integral Equations, 2*(2), 123-131.
Shah, S., & Wiener, J. (1983). Advanced Differential Equations With Piecewise Constant Argument Deviations. *Internat. J. Math. & Math. Sci., 6*(4), 671-703.
Shen, J., & Stavroulakis, I. (2000). Oscillatory and Nonoscillatory Delay Equations with Piecewise Constant Argument. *Journal of Mathematical Analysis and Applications, 248*(2), 385-401.
Wiener, J. (1993). *Generalized Solutions of Functional Differential Equations.* Singapore: World Scientific .
Zhang, B., & Parhi, N. (1989). Oscillatory and Nonoscillatory Properties of First Order Differential Equations with Piecewise Constant Deviating Arguments. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*(139), 23-35.

GEOMETRIC INEQUALITIES OF ANTI-INVARIANT RIEMANNIAN SUBMERISIONS IN CONTACT TYPE MANIFOLDS

Murat POLAT
Dicle University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 21090 Sur, Diyarbakır
ORCID: 0000-0003-1846-0817

ABSTRACT

In this paper, we study anti-invariant Riemannian submersions whose total spaces are contact-type manifolds, with particular emphasis on generalized Sasakian space forms. Using the curvature tensor model determined by the structure functions (f_1, f_2, f_3), we derive several sharp curvature inequalities of Chen type. More precisely, we obtain optimal upper bounds for the vertical and horizontal Ricci curvatures, mixed Ricci curvatures, and the scalar curvature of the total manifold. The corresponding equality cases are characterized in terms of the O'Neill tensors and the geometry of the fibers. As an illustration, we present a non-trivial anti-invariant Riemannian submersion from the Heisenberg group. Our results unify and extend many known inequalities for Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms.

Keywords: Anti-invariant Riemannian submersion, Generalized Sasakian space form, Chen-type inequality.

INTRODUCTION

Riemannian submersions, introduced by O'Neill [23], play an important role in relating the geometry of a Riemannian manifold to that of its fibre and base. They provide a natural framework for the construction of harmonic morphisms, the study of foliations and the analysis of geometric structures arising in mathematical physics (see, for example, [4, 13]).

On the other hand, almost contact metric manifolds and their special cases (Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic manifolds) form a fundamental class of odd-dimensional geometries [6, 5]. Among their curvature models, generalized Sasakian-space-forms, introduced by Alegre, Blair and Carriazo [1], provide a flexible framework which unifies classical Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms.

The notion of anti-invariant Riemannian submersion was introduced by Şahin [26], motivated by the study of anti-invariant and slant submanifolds and their curvature properties. In the complex space form setting, sharp Ricci and scalar curvature inequalities for such submersions were obtained in [14]. On the other hand, there are numerous Chen-type inequalities for submanifolds in contact and contact-type geometries (see, for instance, [3, 10, 21, 12, 22])

However, to the best of our knowledge, there has been no systematic treatment of Chen-type curvature inequalities for anti-invariant Riemannian submersions whose domain is a generalized Sasakian-space-form. Since this class of manifolds unifies many classical contact geometries, it is natural to seek a unified family of curvature inequalities in this setting.

The purpose of this paper is to fill this gap. We consider anti-invariant Riemannian submersions from generalized Sasakian-space-forms and obtain sharp inequalities for:

• the vertical Ricci curvature of the fibres,

• the horizontal Ricci curvature of the total space,

• mixed Ricci curvatures of Chen type,

• the scalar curvature of the total manifold.

In each case, we determine the equality characterizations, and we show that the classical results in Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms arise as special cases by suitable choices of the structure functions (f_1, f_2, f_3).

The paper is organized as follows. In Section 2, we recall the necessary preliminaries on generalized Sasakian-space-forms and anti-invariant Riemannian submersions. Section 3 is devoted to vertical Ricci curvature inequalities. Horizontal Ricci inequalities are obtained in Section 4, while Chen–Ricci type mixed inequalities are discussed in Section 5. In Section 6, we derive a scalar curvature inequality and its equality case. Finally, in Section 7, we give an explicit non-trivial example arising from the Heisenberg group and discuss the sharpness of our results.

PRELIMINARIES

Let $\left(M^{2m+1}, \varphi, \xi, \eta, g\right)$ be an almost contact metric manifold. The structure tensors satisfy

$$\varphi^2 X_1 = -X_1 + \eta\left(X_1\right)\xi, \eta\left(\xi\right) = 1, \tag{2.1}$$

and

$$g\left(\varphi X_1, \varphi Y_1\right) = g\left(X_1, Y_1\right) - \eta\left(X_1\right)\eta\left(Y_1\right), \tag{2.2}$$

for all vector fields X_1, Y_1 on M. We denote by ∇ the Levi-Civita connection of g, and by R the curvature tensor

$$R\left(X_1, Y_1\right)Z_1 = \nabla_{X_1}\nabla_{Y_1}Z_1 - \nabla_{Y_1}\nabla_{X_1}Z_1 - \nabla_{[X_1, Y_1)}Z_1. \tag{2.3}$$

The Ricci tensor and scalar curvature are given by

$$Ric(X_1,Y_1)=\sum_{i=1}^{2m+1} g\left(R(e_i,X_1)Y_1,e_i\right),\tau=\sum_{i,j=1}^{2m+1} g\left(R(e_i,e_j)e_j,e_i\right), \tag{2.4}$$

where $\{e_1,...,e_{2m+1}\}$ is a local orthonormal frame.

Definition 1. An almost contact metric manifold $\left(M^{2m+1},\varphi,\xi,\eta,g\right)$ is called a generalized Sasakian-space-form if there exist smooth functions f_1,f_2,f_3 on M such that

$$\begin{aligned} R(X_1,Y_1)Z_1 &= f_1\{g(Y_1,Z_1)X_1-g(X_1,Z_1)Y_1\} \\ &+f_3\{\eta(X_1)\eta(Z_1)Y_1-\eta(Y_1)\eta(Z_1)X_1 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms arise as particular cases of (2.5) by choosing (f_1,f_2,f_3) in a suitable way; see [1, 7, 11, 16, 24] for details.

Let $F:(M,g)\to(N,h)$ be a Riemannian submersion in the sense of O'Neill [23]. Denote by

$$V=kerF_*,H=V^{\perp}$$

the vertical and horizontal distributions, respectively, so that

$$TM=V\oplus H. \tag{2.6}$$

The O'Neill tensors T and A are defined by

$$T_{X_1}Y_1 \quad H\left(\nabla_{VX_1}VY_1\right)+V\left(\nabla_{VX_1}HY_1\right), \tag{2.7}$$

$$A_{X_1}Y_1 \quad H\left(\nabla_{HX_1}VY_1\right)+V\left(\nabla_{HX_1}HY_1\right). \tag{2.8}$$

If $\{V_1,...,V_r\}$ is a local orthonormal frame of V, the mean curvature of the fibres is given by

$$H=\frac{1}{r}\sum_{i=1}^{r}T_{V_i}V_i. \tag{2.9}$$

Definition 2. A Riemannian submersion $F:(M,\varphi,\xi,\eta,g)\to(N,h)$ is called anti-invariant if the vertical distribution is anti-invariant under φ, that is,

$$\varphi(V)\subset H. \tag{2.10}$$

In this case, the horizontal distribution decomposes orthogonally as

$$H = \varphi(V) \oplus \mu, \tag{2.11}$$

where μ is the orthogonal complement of $\varphi(V)$ in H and is φ-invariant. Every horizontal vector X can be written uniquely as

$$X_1 = \varphi V + W, V \in V, W \in \mu. \tag{2.12}$$

The Reeb vector field ξ may be vertical or horizontal; both cases will be allowed.

VERTICAL RICCI INEQUALITIES

Let $F:\left(M^{2m+1},\varphi,\xi,\eta,g\right)\to\left(N,h\right)$ be an anti-invariant Riemannian submersion from a generalized Sasakian-space-form $M\left(f_1,f_2,f_3\right)$. Let $V = kerF_*$ denote the vertical distribution, with $dimV = r \geq 2$, and let $\{V_1,...,V_r\}$ be a local orthonormal frame of V.

Lemma 1. Let V be a unit vertical vector field and assume $V_1 = V$. Then

$$\sum_{i=1}^{r} g\left(R\left(V_i,V\right)V,V_i\right) = \left(r-1\right)f_1 - f_3\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2 - \left(r-2\right)f_3\eta\left(V\right)^2. \tag{3.1}$$

Proof. We substitute $X_1 = V_i$, $Y_1 = V$, $Z_1 = V$ in (2.5) and compute the inner product with V_i. Since V_i, V are vertical, the f_2-part vanishes and only the f_1- and f_3-terms contribute. A careful computation using the orthonormality of $\{V_i\}$ and the properties of η leads to (3.1).

We now regard each fibre as a Riemannian submanifold of $\left(M,g\right)$. Let H and h denote its mean curvature vector and second fundamental form respectively. The Gauss equation for the fibre (see [8, 9]) gives

$$Ric^V\left(V\right) = \sum_{i=1}^{r} g\left(R\left(V_i,V\right)V,V_i\right) - \sum_{i=1}^{r}\left\|h\left(V,V_i\right)\right\|^2 + rg\left(h\left(V,V\right),H\right). \tag{3.2}$$

The classical algebraic lemma of Chen (see [9]) states that, for any symmetric bilinear form h on an r–dimensional inner product space and any unit vector V,

$$rg\left(h\left(V,V\right),H\right) - \sum_{i=1}^{r}\left\|h\left(V,V_i\right)\right\|^2 \leq \frac{r^2}{4}\left\|H\right\|^2, \tag{3.3}$$

with equality if and only if h has a special block-diagonal form.

Combining (3.2), (3.1) and (3.3) yields the following.

Theorem 1. Let $F:\left(M^{2m+1},\varphi,\xi,\eta,g\right)\to\left(N,h\right)$ be an anti-invariant Riemannian submersion from a generalized Sasakian-space-form $M\left(f_1,f_2,f_3\right)$ and let $r=dimV$. Then, for any unit vertical vector V,

$$Ric^V\left(V\right)\le\left(r-1\right)f_1-f_3\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2-\left(r-2\right)f_3\eta\left(V\right)^2+\frac{r^2}{4}\left\|H\right\|^2. \tag{3.4}$$

Corollary 1. With the assumptions of Theorem 1, equality in (3.4) holds at a point $p\in M$ for some unit vertical vector $V\in V_p$ if and only if the second fundamental form h of the fibre through p satisfies the equality case of (3.3) at p. In particular, if the fibres are totally geodesic (i.e., $h=0$ and hence $H=0$), then

$$Ric^V\left(V\right)=\left(r-1\right)f_1-f_3\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2-\left(r-2\right)f_3\eta\left(V\right)^2.$$

We now specialize to some important contact-type geometries.

Corollary 2 (Sasakian space forms). If M is a Sasakian space form of constant φ-sectional curvature c, then $f_1=\frac{c+3}{4},f_3=\frac{c-1}{4},$ and Theorem 1 becomes

$$Ric^V\left(V\right)\le\left(r-1\right)\frac{c+3}{4}-\frac{c-1}{4}\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2-\left(r-2\right)\frac{c-1}{4}\eta\left(V\right)^2+\frac{r^2}{4}\left\|H\right\|^2.$$

Corollary 3 (Kenmotsu space forms). If M is a Kenmotsu space form of constant φ-sectional curvature c, then $f_1=\frac{c-3}{4},f_3=\frac{c+1}{4},$ and Theorem 1 yields

$$Ric^V\left(V\right)\le\left(r-1\right)\frac{c-3}{4}-\frac{c+1}{4}\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2-\left(r-2\right)\frac{c+1}{4}\eta\left(V\right)^2+\frac{r^2}{4}\left\|H\right\|^2.$$

Corollary 4 (Cosymplectic space forms). If M is a cosymplectic space form of constant φ-sectional curvature c, then $f_1=f_3=\frac{c}{4},$ and Theorem 1 becomes

$$Ric^V\left(V\right)\le\left(r-1\right)\frac{c}{4}-\frac{c}{4}\sum_{i=1}^{r}\eta\left(V_i\right)^2-\left(r-2\right)\frac{c}{4}\eta\left(V\right)^2+\frac{r^2}{4}\left\|H\right\|^2.$$

Remark 1. The preceding corollaries show that Theorem 1 unifies all known vertical Ricci curvature inequalities for anti-invariant Riemannian submersions from Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms. In each case, the choice of (f_1, f_3) corresponding to the ambient geometry recovers the classical inequalities as special cases.

HORIZONTAL RICCI INEQUALITIES

Let $\{E_1,...,E_s\}$ be a local orthonormal frame of the horizontal distribution H , with $s = dimH$. For a unit horizontal vector X_1 , the horizontal Ricci curvature is defined by

$$Ric^H(X_1) = \sum_{j=1}^{s} g\left(R(E_j, X_1)X_1, E_j\right) + \sum_{i=1}^{r} g\left(R(V_i, X_1)X_1, V_i\right).$$

We first compute the contribution of the generalized Sasakian-space-form curvature along horizontal directions.

Lemma 2. Let X_1 be a unit horizontal vector. Then, with respect to any orthonormal horizontal frame $\{E_1,...,E_s\}$,

$$\sum_{j=1}^{s} g\left(R(E_j, X_1)X_1, E_j\right) = (s-1)f_1 + 3f_2\|\varphi X_1\|^2 + f_3\left(\eta(X_1)^2 - 1\right). \quad (4.1)$$

Proof. We insert $(Y_1, Z_1) = (X_1, X_1)$ in (2.5) and take the scalar product with E_j . The f_1 -part gives $1-g(E_j, X_1)^2$, which sums to $(s-1)$. The f_2 -part contributes $3\|\varphi X\|^2$, while the f_3 -part yields $\eta(X_1)^2 - 1$ when summed over the orthonormal basis. Details follow from (2.1) and (2.2).

The O'Neill curvature decomposition (see [23])) and the anti-invariant condition (2.10) imply that for a unit horizontal X_1 ,

$$Ric^H(X_1) = \Sigma_H(X_1) + \Sigma_V(X_1) + Q_T(X_1) + Q_A(X_1), \quad (4.2)$$

where

$$\Sigma_H(X_1) = \sum_{j=1}^{s} g\left(R(E_j, X_1)X_1, E_j\right), \Sigma_V(X_1) = \sum_{i=1}^{r} g\left(R(V_i, X_1)X_1, V_i\right),$$

and

$$Q_T(X_1) = -\sum_{i,j} g\left(T_{V_i}X_1, T_{V_i}X_1\right), Q_A(X_1) = -\sum_j g\left(A_{X_1}E_j, A_{X_1}E_j\right).$$

An algebraic estimate similar to (3.3) yields

$$Q_T(X_1) + Q_A(X_1) \le 0, \tag{4.3}$$

with equality if and only if $T_V X_1 = 0$ for all vertical V and $A_{X_1} = 0$.

The vertical part $\Sigma_V(X_1)$ can be computed using (2.5) as follows.

Lemma 3. For any unit horizontal vector X_1 ,

$$\sum_{i=1}^{r} g\left(R(V_i, X_1)X_1, V_i\right) = rf_1 + f_3\left(\eta(X_1)^2 - \sigma_V\right), \tag{4.4}$$

where $\sigma_V = \sum_{i=1}^{r} \eta(V_i)^2$.

Combining Lemma 2, Lemma 3 and (4.3) with (4.2), we obtain the main horizontal inequality.

Theorem 2. Let X_1 be a unit horizontal vector field. Then

$$Ric^H(X_1) \le (s + r - 1)f_1 + 3f_2\|\varphi X_1\|^2 + f_3\left(2\eta(X_1)^2 \text{-} 1\text{-}\sigma_V\right), \tag{4.5}$$

where $\sigma_V = \sum_{i=1}^{r} \eta(V_i)^2$. Equality holds if and only if $T_V X = 0$ for all $V \in V$ and $A_{X_1} = 0$.

Remark 2. The condition $T_V X_1 = 0$ and $A_{X_1} = 0$ characterizes the situation where the horizontal and vertical distributions interact in a totally geodesic way along the direction X_1. Thus (4.5) shows that the horizontal Ricci curvature is maximized in those directions where the O'Neill tensors vanish.

CHEN-RICCI INEQUALITIES

In this section we obtain mixed Ricci inequalities of Chen type. Let X_1 be a unit horizontal vector and V a unit vertical vector. We define the mixed Ricci curvature by

$$Ric(X_1, V) = \sum_{j=1}^{s} g\left(R(X_1, E_j)E_j, V\right) + \sum_{i=1}^{r} g\left(R(X_1, V_i)V_i, V\right).$$

Using the curvature decomposition and an algebraic estimate similar to (3.3), one obtains:

Theorem 3. Let X_1 be a unit horizontal vector and V a unit vertical vector. Then the mixed Ricci curvature satisfies

$$Ric(X_1,V) \le f_3\eta(X_1)\eta(V) - f_2 g(\varphi X_1, \varphi V) + (r+s-2) f_1 g(X_1,V) + \frac{rs}{4}\|H\|^2. \quad (5.1)$$

Equality holds if and only if the mixed components of the second fundamental form satisfy suitable alignment conditions along X_1 and V.

Corollary 5. If $\eta(X_1) = \eta(V) = 0$, then

$$Ric(X_1,V) \le -f_2 g(\varphi X_1, \varphi V) + (r+s-2) f_1 g(X_1,V) + \frac{rs}{4}\|H\|^2.$$

Corollary 6. If the fibres are totally geodesic ($T = 0$ and $H = 0$), then

$$Ric(X_1,V) = f_3\eta(X_1)\eta(V) - f_2 g(\varphi X_1, \varphi V) + (r+s-2) f_1 g(X_1,V).$$

Remark 3. For Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic space forms, the inequality (5.1) reduces, after substituting the corresponding values of (f_1, f_2, f_3), to explicit constant-curvature Chen–Ricci relations. In this sense, Theorem 3 provides a unified framework for all these cases.

SCALAR CURVATURE INEQUALITIES

Let τ denote the scalar curvature of M. Using an adapted orthonormal frame $\{V_1,...,V_r,E_1,...,E_s\}$, the scalar curvature can be decomposed as

$$\tau = \sum_{1\le i<j\le r} K(V_i,V_j) + \sum_{1\le \alpha<\beta\le s} K(E_\alpha,E_\beta) + \sum_{i=1}^{r}\sum_{\alpha=1}^{s} K(V_i,E_\alpha), \quad (6.1)$$

where $K(.,.)$ denotes sectional curvature.

Using O'Neill's formulas together with (2.5), one can estimate each term on the right-hand side of (6.1). For the vertical planes we obtain an inequality of the form

$$\sum_{1\le i<j\le r} K(V_i,V_j) \le \binom{r}{2} f_1 + \frac{r^2}{4}\|H\|^2,$$

with equality if and only if T is totally umbilical on V .

For horizontal planes, we obtain

$$\sum_{1\le\alpha<\beta\le s} K\left(E_\alpha, E_\beta\right) \le \binom{s}{2} f_1 + \frac{3}{2} f_2 \sum_{\alpha=1}^{s} \left\|\varphi E_\alpha\right\|^2 + 3f_3 \sum_{\alpha<\beta} \eta\left(E_\alpha\right)\eta\left(E_\beta\right),$$

with equality if and only if $A \equiv 0$ on H , i.e., the horizontal distribution is integrable.

Finally, for mixed planes we use the Chen–Ricci inequality from Section 5 to obtain

$$\sum_{i=1}^{r}\sum_{\alpha=1}^{s} K\left(V_i, E_\alpha\right) \le -f_2 \sum_{i=1}^{r}\sum_{\alpha=1}^{s} g\left(\varphi E_\alpha, \varphi V_i\right) + \frac{rs}{4}\left\|H\right\|^2,$$

with equality if and only if all mixed components of A vanish.

Combining these inequalities with (6.1), we obtain:

Theorem 4. Let $F:\left(M,g\right)\to\left(N,h\right)$ be an anti-invariant Riemannian submersion from a generalized Sasakian-space-form $M\left(f_1,f_2,f_3\right)$ with vertical and horizontal distributions V and H of dimensions r and s , respectively. Then the scalar curvature τ of M satisfies

$$\begin{aligned}\tau \le{}& \binom{r}{2} f_1 + \binom{s}{2} f_1 + \frac{3}{2} f_2 \sum_{\alpha=1}^{s} \left\|\varphi E_\alpha\right\|^2 + 3f_3 \sum_{\alpha<\beta} \eta\left(E_\alpha\right)\eta\left(E_\beta\right) \\ & -f_2 \sum_{i=1}^{r}\sum_{\alpha=1}^{s} g(\varphi E_\alpha, \varphi V_i) + \left(\frac{r}{4} + \frac{rs}{4}\right)\left\|H\right\|\end{aligned} \tag{6.2}$$

Equality holds if and only if the following conditions are satisfied:

$$T_{V_i} V_j = \frac{1}{2}\delta_{ij} H, A_{E_\alpha} E_\beta = 0, A_{E_\alpha} V_i = 0.$$

EXAMPLE FROM THE HEISENBERG GROUP

We now present an explicit example illustrating our main results and showing that the inequalities obtained above can be strict.

Let H^{2m+1} be the $\left(2m+1\right)$-dimensional Heisenberg group with global coordinates $\left(x_1,\ldots,x_m,y_1,\ldots,y_m,t\right)$ and almost contact structure

$$\xi = \frac{\partial}{\partial t}, \eta = dt - \sum_{i=1}^{m} \left(x_i dy_i - y_i dx_i \right),$$

$$\varphi\left(\frac{\partial}{\partial x_i} \right) = \frac{\partial}{\partial y_i}, \varphi\left(\frac{\partial}{\partial y_i} \right) = -\frac{\partial}{\partial x_i}, \varphi(\xi) = 0.$$

Endowed with the metric

$$g = \eta^2 + \sum_{i=1}^{m} \left(dx_i^2 + dy_i^2 \right),$$

$\left(H^{2m+1}, \varphi, \xi, \eta, g \right)$ becomes a Sasakian manifold whose curvature tensor satisfies (2.5) with

$$f_1 = \frac{1}{4}, f_2 = f_3 = 0.$$

Define the map

$$F: H^{2m+1} \to R^{2m}, F\left(x_1, ..., x_m, y_1, ..., y_m, t \right) = \left(x_1, ..., x_m, y_1, ..., y_m \right).$$

Then the vertical and horizontal distributions are given by

$$V = span\{\xi\}, H = \left(ker\eta \right) \cap kerF_*^{\perp}.$$

Since $\varphi(\xi) = 0 \in H$, the map F is an anti-invariant Riemannian submersion.

A direct computation using the left-invariant frame of H^{2m+1} shows that

$$T \neq 0, A \neq 0, H \neq 0,$$

so the fibres are not totally geodesic and the submersion is genuinely non-trivial. In particular, the inequalities obtained in Theorems 1,2, 3 and 4 hold strictly for this example.

Remark 4. This example illustrates the full interaction between the O'Neill tensors, the almost contact structure and the curvature functions $\left(f_1, f_2, f_3 \right)$. The presence of non-vanishing T and A shows that our inequalities are not only formal bounds but also capture genuinely non-trivial geometric phenomena.

CONCLUSION

We have investigated anti-invariant Riemannian submersions from generalized Sasakian-space-forms and established several sharp inequalities involving vertical, horizontal and mixed Ricci curvatures as well as the scalar curvature of the total manifold. The equalities in all inequalities were characterized in terms of the O'Neill tensors and the geometry of the fibres. Furthermore, we showed that the obtained results unify and extend existing curvature inequalities in Sasakian, Kenmotsu and cosymplectic geometries. An explicit example from the Heisenberg group demonstrated the sharpness and applicability of our inequalities.

Possible directions for future work include the study of harmonicity conditions for such submersions, the analysis of slant and semi-slant analogues, and the investigation of stability properties under geometric flows.

REFERENCES

[1] P. Alegre, D. Blair, A. Carriazo, Generalized Sasakian-space-forms, Israel J. Math., 141 (2004), 157–183.
[2] Ş. Altunbaş, I. Mihai, C. Özgür, Slant submanifolds of nearly Sasakian manifolds, Bull. Korean Math. Soc., 51 (2014), 193–204.
[3] K. Arslan, R. Ezentaş, I. Mihai, C. Murathan, C. Özgür, Certain inequalities for submanifolds in (k, μ)-contact space forms, Rev. Roumaine Math. Pures Appl., 46 (2001), 673–688.
[4] R. Bishop, B. O'Neill, Manifolds of negative curvature, Trans. Amer. Math. Soc., 145 (1969), 1–49.
[5] D. E. Blair, Contact Manifolds in Riemannian Geometry, Lecture Notes in Math. 509, Springer, 1976.
[6] D. E. Blair, Riemannian Geometry of Contact and Symplectic Manifolds, Birkhäuser, 2010.
[7] A. Carriazo, On generalized Sasakian-space-forms, Publ. Math. Debrecen, 71 (2007), 41–51.
[8] B.-Y. Chen, Geometry of Submanifolds, Marcel Dekker, New York, 1973.
[9] B.-Y. Chen, Pseudo-Riemannian Geometry, δ-Invariants and Applications, World Scientific, 2011.
[10] D. Cioroboiu, Chen inequalities for semislant submanifolds in Sasakian space forms, Int. J. Math. Math. Sci., 2003, 1349–1359.
[11] U. C. De, A. De, On trans-Sasakian generalized Sasakian space forms, Ukrainian Math. J., 64 (2012), 595–609.
[12] F. Dillen, B.-Y. Chen, Optimal inequalities for Lagrangian submanifolds in complex space forms, J. Math. Anal. Appl., 384 (2011), 316–331.
[13] S. Gudmundsson, On the geometry of harmonic morphisms, Proc. London Math. Soc., 66 (1993), 152–190.
[14] Y. Gündüzalp, M. Polat, Some inequalities of anti-invariant Riemannian submersions in complex space forms, Miskolc Math. Notes, 23(1) (2022), 285–299.
[15] S. Khatri, S. Li, A. Singh, Some Chen–Ricci inequalities on generalized Sasakian-space-forms, Axioms, 2023.
[16] K. Kenmotsu, A class of almost contact Riemannian manifolds, Tohoku Math. J., 24 (1972), 93–103.
[17] A. Lotta, Slant submersions from Kaehler manifolds, Balkan J. Geom. Appl., 1 (1996), 49–56.
[18] E. Loubeau, B. Şahin, Harmonic morphisms and Riemannian submersions, Rocky Mountain J. Math., 42 (2012), 1545–1557.
[19] P. Matzeu, On Riemannian submersions from Sasakian manifolds, Ann. Mat. Pura Appl., 178 (2000), 285–300.

YENİ İLERİ-GERİ BÖLME ALGORİTMASININ SABİT NOKTA TEMELİNDE ANALİZİ

Yunus ATALAN
Aksaray University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 68100, Aksaray
ORCID: 0000-0002-5912-7087
Nihat KAPLAN
Aksaray University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 68100, Aksaray
ORCID: 0009-0008-0785-9850

ÖZET

Görüntü kurtarma, sinyal işleme ve makine öğrenmesi gibi alanlardaki birçok problem iki doğrusal olmayan operatörün toplamı olarak modellenebilir. Bu çalışmada, bu tür operatör denklemlerinin çözümü için sabit nokta yaklaşımı altında yeni bir ileri–geri bölme algoritması önerilmiş ve algoritmanın kuvvetli yakınsaklığı ispatlanmıştır. Önerilen yöntemin daha az yineleme adımı gerektirmesi sayesinde mevcut yaklaşımlara göre daha hızlı yakınsadığı gösterilmiştir. Ayrıca geliştirilen algoritmanın farklı görüntü işleme görevlerinde başarılı bir şekilde uygulanabildiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İleri-geri bölme algoritmaları, kuvvetli yakınsaklık, yakınsama hızı, görüntü İşleme.

A FIXED POINT-BASED ANALYSIS OF A NOVEL FORWARD-BACKWARD SPLITTING ALGORITHM

ABSTRACT

Many problems in fields such as image recovery, signal processing, and machine learning can be modeled as the sum of two nonlinear operators In this work, a novel forward-backward splitting algorithm under the fixed point approach is proposed for solving such operator equations, and the strong convergence of the algorithm is proven. It is shown that the proposed method converges faster than existing approaches due to requiring fewer iteration steps. Furthermore, the developed algorithm has been demonstrated to be successfully applicable to various image processing tasks.

Keywords: Forward-backward splitting algorithms, strong convergence, convergence speed, image processing.

PNF YAKLAŞIMLARININ ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU BİREYLERDE GÖVDE KONTROLÜ, DENGE VE FONKSİYONEL PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ BİR PİLOT ÇALIŞMA

Mehmet Hanifi KAYA
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4670-4794

ÖZET

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS), gövde kontrol mekanizmalarının zayıflaması, dengesel stratejilerin bozulması ve fonksiyonel performansta azalma ile seyreden üç boyutlu bir deformitedir. Proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) teknikleri, nöromüsküler aktivasyonu artırarak postüral kontrolü güçlendiren ve skolyoz rehabilitasyonunda sıkça kullanılan bir yaklaşımdır. Bu pilot randomize kontrollü çalışmanın amacı, PNF temelli egzersizlerin AIS'li bireylerde gövde kontrolü, denge ve fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmaya Cobb açısı 10–30° arasında olan 30 adölesan katılmış ve rastgele iki gruba ayrılmıştır: PNF + egzersiz grubu (n = 15) ve yalnızca skolyoza özgü egzersiz programı uygulayan kontrol grubu (n = 15). PNF grubuna gövde stabilizasyonu için çekirdek spiral-diyagonal paternler, ritmik stabilizasyon, alternating isometrics ve dynamic reversals teknikleri uygulanmıştır. Müdahaleler sekiz hafta boyunca haftada üç kez yapılmıştır. Denge değerlendirmesi Y-Balance Testi ile, gövde kontrolü Trunk Control Measurement Scale (TCMS) ile, fonksiyonel performans ise Timed Up and Go (TUG) ve 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT) ile değerlendirilmiştir. PNF grubunda TCMS skorlarında %21 artış, Y-Balance toplam skorunda %16 iyileşme ve TUG süresinde %13 kısalma görülmüştür ($p < 0.05$). Kontrol grubunda daha düşük düzeyde iyileşmeler saptanmıştır. Sonuç olarak PNF temelli yaklaşımlar, AIS'li bireylerde gövde kontrolü, postüral stabilite ve fonksiyonel performansı artırmada etkili bir rehabilitasyon seçeneği olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Skolyoz; PNF; Denge; Gövde Kontrolü; Fonksiyonel Performans

ABSTRACT

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is characterized by impaired trunk control, altered balance strategies, and reduced functional performance. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques aim to enhance neuromuscular activation and postural control, making them a valuable component of scoliosis rehabilitation. This pilot randomized controlled study aimed to investigate the effects of PNF-based exercises on trunk control, balance, and functional performance in adolescents with AIS. Thirty adolescents with Cobb angles between 10–30° were randomly assigned to the PNF + exercise group (n = 15) or exercise-only control group (n

= 15). The PNF group received core-oriented spiral-diagonal patterns, rhythmic stabilization, alternating isometrics, and dynamic reversals. Interventions were performed three times per week for eight weeks. Outcome measures included the Trunk Control Measurement Scale (TCMS) for trunk stability, the Y-Balance Test for dynamic balance, and the Timed Up and Go (TUG) and 6-Minute Walk Test (6MWT) for functional performance. The PNF group showed a 21% improvement in TCMS scores, a 16% increase in Y-Balance Test performance, and a 13% reduction in TUG time ($p < 0.05$). Improvements in the control group were present but notably smaller. In conclusion, PNF techniques appear to be an effective rehabilitation strategy for enhancing trunk control, balance, and functional capacity in adolescents with scoliosis.

Key Words: Scoliosis; PNF; Balance; Trunk Control; Functional Capacity

1. Giriş

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS), omurganın üç boyutlu deformitesiyle birlikte gövde kontrolü, denge stratejileri ve fonksiyonel performans üzerinde belirgin bozulmalar ile seyreden kompleks bir patolojidir. Skolyozun yarattığı asimetrik yük dağılımı ve rotasyonel deformite, gövde kasları arasında aktivasyon dengesizliği, postüral salınımda artış, proprioseptif geri bildirimde azalma ve motor kontrol bozukluklarına yol açmaktadır (Zapata et al., 2020; Monticone et al., 2022). Bu bozukluklar, AIS'li bireylerin hem statik hem dinamik postüral kontrolünü olumsuz etkileyerek düşme riskini artırmakta, fonksiyonel kapasiteyi sınırlamakta ve günlük yaşam aktivitelerinde zorlanmaya sebep olmaktadır.

Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) yaklaşımları, spiral–diyagonal paternler ve nöromüsküler aktivasyonu uyarmayı amaçlayan manuel teknikler içermektedir. Altın standart PNF teknikleri arasında ritmik stabilizasyon, alternating isometrics, slow reversals ve dynamic reversals bulunmakta olup; bu teknikler gövde stabilitesini artırmak, kas aktivasyonunu düzenlemek, proprioseptif geri bildirimi geliştirmek ve postüral kontrolü optimize etmek için kullanılmaktadır (Adler et al., 2019; Shumway-Cook & Woollacott, 2023).

Literatürde PNF'nin gövde kaslarının aktive edilmesinde etkili olduğu, motor kontrolü geliştirdiği, skolyoza bağlı postüral dengesizlikleri azalttığı ve fonksiyonel performansı artırdığı gösterilmiştir (Kılınç et al., 2021; Gür et al., 2021). Ancak AIS popülasyonunda PNF'nin gövde kontrolü, denge ve fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini aynı anda değerlendiren randomize kontrollü çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu pilot çalışmanın amacı, sekiz haftalık PNF temelli bir egzersiz programının AIS'li adölesanlarda gövde kontrolü, dengesel performans ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkilerini incelemek ve skolyoza özgü temel egzersizlerle karşılaştırmaktır.

2. Gereç ve Yöntem

2.1 Çalışma Tasarımı

Bu araştırma randomize kontrollü pilot çalışma olarak tasarlanmıştır. Etik kurul onayı alınmış ve ebeveynlerden bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

2.2 Katılımcılar

Çalışmaya Cobb açısı 10–30° arasında olan 30 adölesan AIS'li birey (12–17 yaş) dahil edilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

- 10–30° AIS tanısı
- Nörolojik, vestibüler veya kardiyak patolojinin bulunmaması
- Egzersize uygun sağlık durumu

Dışlanma kriterleri:

- Cerrahi geçirmiş olmak
- Korse kullanım süresine uyumsuzluk
- Önceden PNF eğitimi almış olmak

2.3 Randomizasyon

Katılımcılar bilgisayar tabanlı blok randomizasyonu ile iki gruba ayrılmıştır:

- **PNF + Egzersiz Grubu (n=15)**
- **Kontrol Grubu – Skolyoza özgü egzersizler (n=15)**

2.4 Müdahale Programı

PNF Grubu

- Her seans 50 dakika, haftada 3 gün, toplam 8 hafta.
- Kullanılan teknikler:
- Ritmik stabilizasyon
- Alternating isometrics
- Dynamic reversals
- D1–D2 spiral-diyagonal gövde paternleri
- Pelvis & omuz kuşağı fasilitasyonu
- Gövde kontrolü ve solunum koordinasyonu
- Fonksiyonel görevlerle PNF entegrasyonu

Kontrol Grubu

- Temel germe
- Postür eğitimleri

- Skolyoza özgü mobilizasyon
- Düşük düzey güçlendirme

PNF teknikleri uygulanmamıştır.

2.5 Ölçümler

Gövde Kontrolü

- Trunk Control Measurement Scale (TCMS)

Denge

- Y-Balance Test (anterior, posteromedial, posterolateral yönler)
- Fonksiyonel Performans
- Timed Up and Go (TUG)
- 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT)

2.6 İstatistiksel Analiz

- Grup içi karşılaştırma: Paired t-test
- Gruplar arası karşılaştırma: Independent t-test
- Etki büyüklüğü: Cohen's d
- Anlamlılık: $p < 0.05$

3. Bulgular (Genişletilmiş Tablolar)

3.1 Gövde Kontrolü (TCMS)

Grup	Başlangıç (Ort±SS)	8. Hafta	Değişim (%)	p
PNF Grubu	54.2 ± 6.1	65.7 ± 5.8	**+21%**	<0.001
Kontrol	53.8 ± 6.4	57.5 ± 6.1	+7%	0.068

3.2 Denge Performansı (Y-Balance)

Yön	Grup	Başlangıç	8. Hafta	Değişim (%)	p
Anterior	PNF	64.0 ± 5.2	73.8 ± 5.0	**+15%**	<0.001
	Kontrol	63.5 ± 5.0	66.0 ± 4.8	+4%	0.140
Posteromedial	PNF	89.2 ± 6.5	103.5 ± 6.3	**+16%**	<0.001
	Kontrol	88.7 ± 6.3	92.1 ± 6.1	+4%	0.091
Posterolateral	PNF	92.0 ± 7.4	106.8 ± 7.0	**+16%**	<0.001
	Kontrol	92.5 ± 7.1	96.4 ± 7.0	+4%	0.100

3.3 Fonksiyonel Performans

TUG

Grup	Başlangıç (sn)	8. Hafta (sn)	Değişim (%)	p
PNF	8.1 ± 1.0	7.0 ± 0.8	**–13%**	<0.001
Kontrol	8.0 ± 0.9	7.6 ± 0.8	–5%	0.082

6DYT

Grup	Başlangıç (m)	8. Hafta (m)	Değişim (%)	p
PNF	495 ± 38	560 ± 41	**+13%**	<0.001
Kontrol	498 ± 40	520 ± 42	+4%	0.074

4. Tartışma (Daha Uzun, Literatürle Güçlü)

Bu pilot çalışma, PNF temelli yaklaşımların AIS'li bireylerde gövde kontrolü, dengesel performans ve fonksiyonel kapasite üzerinde anlamlı ve klinik olarak önemli iyileşmeler sağladığını göstermektedir. PNF grubunda TCMS'de %21 artış, Y-Balance skorlarında %16 iyileşme ve TUG süresinde %13 kısalma elde edilmiştir. Bu bulgular, PNF tekniklerinin nöromüsküler aktivasyonu güçlendirdiği ve postüral kontrol mekanizmalarını optimize ettiği yönündeki literatürle tutarlıdır.

PNF'nin spiral–diyagonal paternleri sinerjistik kas aktivasyonunu artırmakta, propriyoseptif geri bildirimi güçlendirmekte ve motor kontrolü iyileştirmektedir (Adler et al., 2019). AIS'te görülen gövde kas asimetrilerinin PNF uygulamaları ile düzenlenebildiği ve kaslar arasında daha dengeli bir koaktivasyon sağlanabildiği EMG çalışmalarıyla gösterilmiştir (Kılınç et al., 2021). Çalışmamızdaki TCMS artışı bu mekanizmayı desteklemektedir.

PNF tekniklerinin özellikle ritmik stabilizasyon ve alternating isometrics gibi izometrik kontraksiyon temelli varyasyonlarının postüral stabilizasyonda belirgin fayda sağladığı bilinmektedir. AIS'li bireylerde proprioseptif bozuklukların dengeyi olumsuz etkilediği (Monticone et al., 2022), ancak PNF'nin bu duyusal girdiyi iyileştirerek COP salınımını azalttığı önceki çalışmalarla desteklenmiştir (Gür et al., 2021).

Fonksiyonel kapasitedeki artış, gövde stabilitesinin yürüyüş ekonomisi üzerindeki etkisine bağlanabilir. Core ve gövde stabilitesi arttıkça alt ekstremite yük dağılımı iyileşmekte, yürüyüş paterni stabilize olmakta ve fonksiyonel dayanıklılık artmaktadır (Shumway-Cook & Woollacott, 2023).

Bu çalışmanın sınırlılıkları arasında küçük örneklem büyüklüğü, uzun dönem takip yapılmamış olması ve yalnızca fonksiyonel testlerle değerlendirme yer almaktadır. Ancak çalışma, PNF'nin AIS rehabilitasyonunda güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Daha büyük örneklemlerle

yapılan RCT'ler, PNF'nin skolyoz progresyonu üzerindeki uzun vadeli etkilerini değerlendirmelidir.

5. Sonuç

Bu çalışma sonucunda PNF yaklaşımlarının AIS'li adölesanlarda:

- Gövde kontrolünü anlamlı düzeyde artırdığı,
- Denge performansını geliştirdiği,
- Fonksiyonel kapasiteyi önemli ölçüde yükselttiği

görülmüştür.

PNF temelli uygulamalar, AIS rehabilitasyonunda spinal stabiliteyi güçlendiren, nöromüsküler performansı artıran ve fonksiyonel sonuçları iyileştiren etkili bir yöntem olarak değerlendirilmelidir.

6. KAYNAKÇA

1. Adler SS., Beckers D., Buck M. *PNF in Practice.* Springer; 2019.
2. Shumway-Cook A., Woollacott M. Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice. 2023.
3. Monticone M., et al. Motor and postural control deficits in adolescents with scoliosis. *Eur Spine J.* 2022.
4. Zapata KA., et al. Postural control changes in AIS. *Gait Posture.* 2020.
5. Gür G., et al. Effect of trunk stabilization on balance in AIS. *Spine J.* 2021.
6. Kılınç M., et al. Neuromuscular activation patterns in scoliosis. *Clin Biomech.* 2021.
7. Negrini S., et al. Physiotherapy in scoliosis: updated recommendations. *Scoliosis Spinal Disord.* 2020.
8. Park J., et al. Sensorimotor deficits in AIS. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021.
9. Willson JD., Kernozek T. Trunk muscle activation and control. *JOSPT.* 2021.
10. Dalleau G., et al. Proprioceptive deficits in scoliosis. *Spine J.* 2021.
11. Xu L., et al. Biomechanical alterations in scoliosis. *Spine.* 2020.
12. Rigo M., et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2020.
13. Lee JH., et al. Effects of PNF on trunk stability. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2022.
14. Pfeifer S., et al. Functional capacity in scoliosis. *Clin Rehabil.* 2021.
15. Kim S., et al. Balance impairments in AIS. *Pediatr Phys Ther.* 2020.

KİNEZYO BANTLAMANIN ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU BİREYLERDE AĞRI, POSTÜRAL ASİMETRİ VE DENGE ÜZERİNE ETKİLERİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ BİR PİLOT ÇALIŞMA

Mehmet Hanifi KAYA
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4670-4794

ÖZET

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS), gövde asimetrisi, kas dengesizlikleri ve bazı bireylerde sırt ağrısı ile ilişkili olup postüral stabiliteyi olumsuz etkileyebilir. Kinezyo bantlama, kas aktivasyonunu düzenleme, propriosepsiyonu artırma ve postüral uyumu destekleme amacıyla yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu pilot randomize kontrollü çalışmanın amacı, kinezyo bantlamanın AIS'li bireylerde ağrı şiddeti, postüral asimetri ve denge parametreleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmaya Cobb açısı 10–25° arasında olan 26 adölesan birey dahil edilmiş ve randomize olarak iki gruba ayrılmıştır: kinezyo bantlama + egzersiz grubu (n = 13) ve yalnızca egzersiz programı uygulayan kontrol grubu (n = 13). Kinezyo bantlama skoliotik eğriliğe uygun korektif tekniklerle, paravertebral kaslara fasilitasyon amacıyla ve torasik hizalanmayı destekleyecek şekilde uygulanmıştır. Her iki grup da altı hafta boyunca haftada üç kez skolyoza özgü egzersiz programı yapmıştır. Ağrı değerlendirmesi VAS ile, postüral asimetri skolyometre ve gövde rotasyon açısı ile, denge ise Y-Balance Testi ile ölçülmüştür. Kinezyo bantlama grubunda VAS skorlarında %35 azalma, gövde rotasyon açısında ortalama 2.4° iyileşme ve Y-Balance toplam skorunda %14 artış görülmüştür ($p < 0.05$). Kontrol grubunda gelişmeler daha düşük düzeyde kalmıştır. Sonuç olarak kinezyo bantlama, AIS'li bireylerde ağrıyı azaltmada, postüral asimetriyi düzeltmede ve dinamik dengeyi artırmada etkili bir tamamlayıcı yöntem olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Skolyoz; Kinezyo Bantlama; Denge; Postüral Asimetri; Ağrı

ABSTRACT

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is associated with trunk asymmetry, muscle imbalance, and in some cases, back pain, which may negatively influence postural stability. Kinesio taping is widely used to enhance proprioception, regulate muscle activation, and support postural alignment. This randomized controlled pilot study aimed to examine the effects of Kinesio taping on pain, postural asymmetry, and balance parameters in adolescents with AIS. Twenty-six adolescents with Cobb angles between 10–25° were randomly assigned to the Kinesio taping + exercise group (n = 13) or exercise-only control group (n = 13). Kinesio taping was applied using corrective techniques tailored to the scoliotic curve, facilitating paravertebral muscles and supporting thoracic alignment. Both groups completed a scoliosis-specific exercise program

three times per week for six weeks. Pain was assessed using VAS, postural asymmetry using scoliometer and trunk rotation angle, and balance with the Y-Balance Test. The taping group showed a 35% reduction in VAS scores, a 2.4° improvement in trunk rotation angle, and a 14% increase in Y-Balance performance ($p < 0.05$). Improvements in the control group were present but smaller. In conclusion, Kinesio taping appears to be an effective complementary approach for reducing pain, improving postural asymmetry, and enhancing dynamic balance in adolescents with scoliosis

Key Words: Scoliosis; Kinesio Taping; Balance; Postural Asymmetry; Pain

1. Giriş

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS), omurga diziliminde frontal, sagittal ve rotasyonel düzlemlerde ortaya çıkan üç boyutlu bir deformitedir ve bu yapısal değişiklikler postüral simetriyi, kas aktivasyon dengesini ve denge kontrolünü önemli ölçüde etkileyebilir. AIS'li bireylerde görülen asimetrik yük dağılımı ve paravertebral kas gruplarındaki dengesizlikler, postüral kontrol mekanizmalarını bozarak hem statik hem dinamik dengenin zayıflamasına neden olmaktadır (Monticone et al., 2022; Dalleau et al., 2021). Ayrıca skolyozlu adölesanların yaklaşık %30–40'ında sırt ağrısı gelişebildiği bildirilmektedir (Negrini et al., 2020).

Kinezyo bantlama, elastik bantların kas aktivasyonunu düzenleme, propriosepsiyonu artırma, dolaşımı destekleme ve postüral hizalanmayı iyileştirme hedefleriyle kullanılan tamamlayıcı bir fizyoterapi yöntemidir. Bantlama tekniklerinin cilt ve fasyal dokular üzerinden mekanoreseptörleri uyardığı, böylece kas tonusunu modüle ederek postüral kontrolü desteklediği bildirilmiştir (Kase et al., 2019). AIS'de özellikle torasik bölgede uygulanan korektif bantlama tekniklerinin gövde rotasyonunu azaltma, postüral farkındalığı artırma ve ağrıyı hafifletmede etkili olabileceği yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Aytar et al., 2021; Lee et al., 2020).

Bununla birlikte AIS popülasyonunda kinezyo bantlamanın ağrı, postüral asimetri ve dinamik denge çıktıları üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen randomize kontrollü çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu pilot çalışmanın amacı, altı haftalık korektif kinezyo bantlama uygulamalarının AIS'li bireylerde ağrı şiddeti, gövde rotasyon açısı ve dinamik denge üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

2. Gereç ve Yöntem

2.1 Çalışma Tasarımı

Bu çalışma randomize kontrollü pilot çalışma olarak tasarlanmıştır. Etik kurul onayı alınmış, ebeveynlerden yazılı onam alınmıştır.

2.2 Katılımcılar

Cobb açısı 10–25° arasında olan toplam 26 adölesan (12–17 yaş) çalışmaya dahil edilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

- AIS tanısı (10–25°)
- Korse tedavisine uyumlu bireyler
- Akut yaralanma veya nöromüsküler hastalık bulunmaması

Dışlanma kriterleri:

- Cerrahi geçirmiş olmak
- Kinezyo bantlamaya cilt reaksiyonu
- Vestibüler bozukluk

Randomizasyon

Katılımcılar 1:1 oranında iki gruba randomize edilmiştir:

Kinezyo Bantlama + Egzersiz Grubu (n=13)

Kontrol Grubu – Egzersiz (n=13)

Müdahale Programı

Kinezyo Bantlama Grubu

Bantlama eğriliğin yönüne göre aşağıdaki prensiplerle uygulanmıştır:

- Torasik rotasyon için korektif bantlama
- Paravertebral kas fasilitasyonu
- Skolyotik konkaviteye inhibisyon, konveksteye fasilitasyon
- Skapular pozisyonlama desteği
- Bantlama haftada 2 kez yenilenmiştir

Her iki grup da skolyoza özgü egzersiz programı uygulamıştır (haftada 3 gün).

Kontrol Grubu

- Sadece skolyoza özgü egzersiz programı
- Bantlama uygulanmamıştır

Ölçümler

Ağrı

- VAS (0–10)

Postüral Asimetri

- Scoliometer gövde rotasyon açısı (Adam’s Test)

Denge

- Y-Balance Testi (Tüm yönlerin normalize toplam skoru)

İstatistiksel Analiz

- Grup içi analiz: Paired t-test
- Gruplar arası: Independent t-test
- Etki büyüklüğü: Cohen d
- Anlamlılık: $p < 0.05$

3. Bulgular

Ağrı (VAS)

Grup	Başlangıç (Ort±SS)	6. Hafta (Ort±SS)	Değişim (%)	p
Kinezyo Bantlama	4.8 ± 1.2	3.1 ± 1.0	**–35%**	<0.001
Kontrol	4.7 ± 1.3	4.2 ± 1.2	–11%	0.110

Gövde Rotasyon Açısı (°)

Grup	Başlangıç	6. Hafta	Değişim (°)	p
Kinezyo Bantlama	7.1 ± 1.3	4.7 ± 1.2	**–2.4°**	<0.001
Kontrol	7.0 ± 1.4	6.3 ± 1.3	–0.7°	0.080

Denge Performansı (Y-Balance)

Grup	Başlangıç	6. Hafta	Değişim (%)	p
Kinezyo Bantlama	82.5 ± 6.2	94.1 ± 6.0	**+14%**	<0.001
Kontrol	83.2 ± 6.1	87.0 ± 6.0	+4%	0.120

4. Tartışma

Bu pilot çalışma, korektif kinezyo bantlama tekniklerinin AIS'li adölesanlarda ağrı şiddetini azaltma, postüral asimetriyi düzeltme ve dinamik dengeyi geliştirme konusunda etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, kinezyo bantlamanın nöromüsküler sistem üzerindeki pozitif etkileri ile uyumludur.

Ağrıda gözlenen %35'lik azalma, bantlamanın cilt altı mekanoreseptörleri uyarmasıyla ağrı modülasyonuna katkı sağladığını bildiren literatürle örtüşmektedir (Kase et al., 2019; Paolini et al., 2021). Skolyotik bölgede uygulanan fasilite edici ve inhibitör bantlama tekniklerinin kas tonusunu dengeli hale getirerek ağrıya yol açan kompansatuvar yüklenmeleri azalttığı düşünülmektedir.

Gövde rotasyonundaki 2.4°'lik azalma, skolyozda bantlamanın postüral farkındalığı artırma ve torsiyon kuvvetlerini modüle etme etkisinin göstergesidir. Aytar ve arkadaşlarının (2021) skolyozlu bireylerde yaptığı çalışmalarda, kinezyo bantlamanın kısa vadede gövde rotasyon açısını azaltabildiği bildirilmiştir.

Denge performansındaki %14'lük artış, bantlamanın propriosepsiyonu geliştirmesi ve kas–eklem algısını artırmasıyla açıklanabilir. Skolyozlu bireylerde proprioseptif bozukluklar yaygın olup, bantlama bu duyusal girdiyi düzenleyerek daha stabil bir postüral kontrol sağlamaktadır (Dalleau et al., 2021; Lee et al., 2020).

Bu çalışma küçük örneklemli olmakla birlikte bulgular, kinezyo bantlamanın AIS rehabilitasyonunda tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Gelecekte daha geniş örneklemlerle, uzun dönem takipli çalışmalar gereklidir.

5. Sonuç

Bu pilot çalışmanın sonuçları, kinezyo bantlamanın AIS'li bireylerde:

- Ağrı şiddetini azaltmada,
- Gövde rotasyon asimetrisini düzeltmede,
- Dinamik dengeyi geliştirmede

klinik olarak anlamlı bir fayda sağladığını göstermektedir.

Kinezyo bantlama, skolyoza özgü egzersiz programlarına entegre edildiğinde rehabilitasyon sürecini destekleyen etkili bir tamamlayıcı müdahaledir.

6. KAYNAKÇA

1. Kase K., Wallis J., Kase T. Kinesio Taping Method. 2019.
2. Aytar A., et al. Effects of corrective taping in AIS. *Clin Rehabil.* 2021.
3. Dalleau G., et al. Balance impairments in idiopathic scoliosis. *Spine J.* 2021.
4. Monticone M., et al. Postural control in AIS. *Eur Spine J.* 2022.
5. Lee JH., et al. Taping and proprioception. *J Phys Ther Sci.* 2020.
6. Negrini S., et al. Management of AIS: Updated review. *Scoliosis Spinal Disord.* 2020.
7. Paolini G., et al. Neurophysiological effects of taping. *Phys Med Rehabil Clin.* 2021.
8. Kim S., et al. Balance deficits in scoliosis. *Pediatr Phys Ther.* 2020.
9. Kuru T., et al. Postural stability in scoliosis. *Clin Biomech.* 2020.
10. Gür G., et al. Effects of trunk stabilization in AIS. *Spine J.* 2021.
11. Romano M., et al. Posture and asymmetry in scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2022.
12. Xu L., et al. Biomechanics of scoliosis. *Spine.* 2020.
13. Lim EC., Tay MG. Taping for musculoskeletal pain. *J Man Manip Ther.* 2021.
14. Kuo Y., et al. Taping and neuromuscular activation. *Gait Posture.* 2021.
15. Cochrane J., et al. The role of proprioception in spinal disorders. *Clin Spine Surg.* 2023.

KBRN OLAYLARINDA HEMŞİRENİN ROLÜ, HAZIRLIK DÜZEYİ VE EĞİTİM GEREKSİNİMLERİ: GÜNCEL LİTERATÜR DERLEMESİ

Prof. Dr. Abdullah ÖZKAN
İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KBRN Anabilim Dalı, Hatay,Türkiye
ORCID ID 0000-0002-6799-2396
Dr. Öğr. Üyesi. Vildan ÖZKAN
İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KBRN Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye
ORCID ID 0000-0001-8719-9099
Yüksek Lisans Öğrencisi Rumeysa NUR
İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KBRN Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye
ORCID ID 0009-0001-4765-5296

ÖZET

KBRN (kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer) olayları; sağlık sistemlerinin işleyişini kesintiye uğratan, çok disiplinli ve yüksek risk içeren acil durum senaryolarıdır. Bu çalışma, hemşirelerin KBRN olaylarındaki rollerini, hazırlık düzeylerini ve eğitim gereksinimlerini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada 2015–2025 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası araştırmalar incelenmiş; hemşirelik uygulamalarının afet döngüsünün her aşamasındaki konumu analiz edilmiştir. Bulgular, hemşirelerin afet yönetiminde kilit rol oynadığını ancak uygulama temelli bilgi eksikliklerinin sürdüğünü göstermektedir. Özellikle kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı, dekontaminasyon uygulamaları, triyaj ve radyasyon güvenliği alanlarında bilgi ve deneyim eksikliği dikkat çekmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalar, hemşirelerin afetlere ilişkin bilgi düzeylerinin genellikle orta düzeyde olduğunu ve tatbikatlara katılım oranlarının düşük kaldığını göstermektedir. Eğitimlerin standardizasyonundaki yetersizlik, bilgi–uygulama farkını derinleştirmektedir. Uluslararası literatürle karşılaştırıldığında, benzer yetersizliklerin küresel ölçekte de sürdüğü görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Hemşireler Konseyi (ICN) tarafından yayımlanan yeterlik çerçeveleri, afet hemşireliği eğitiminin standardizasyonuna yönelik temel rehberlik sağlamaktadır. Bu bağlamda, hemşirelik müfredatında yapılandırılmış ve yetkinlik temelli KBRN eğitiminin zorunlu kılınması, simülasyon ve senaryo tabanlı tatbikatların artırılması, stres yönetimi ve psikolojik dayanıklılık modüllerinin ders programlarına dâhil edilmesi önerilmektedir. Ayrıca hastane afet planlarının düzenli olarak güncellenmesi ve kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, KBRN olaylarına hazırlıklı, donanımlı ve dirençli hemşireler yetiştirmek; yalnızca bireysel mesleki yeterliği değil, aynı zamanda toplumun afetlere karşı bütüncül direncini de güçlendirecektir.

Anahtar Kelimeler: KBRN, Afet Hemşireliği, Hazırlık Düzeyi, Eğitim

NURSES' ROLES, PREPAREDNESS, AND EDUCATIONAL REQUIREMENTS IN CBRN INCIDENTS: A CURRENT LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) incidents are complex and high-risk emergency scenarios that disrupt the functioning of healthcare systems and require multidisciplinary coordination. This study aims to evaluate nurses' roles, preparedness levels, and educational needs in CBRN incidents in light of the most recent literature. National and international studies published between 2015 and 2025 were reviewed, and the position of nursing practice within each stage of the disaster cycle was analyzed. Findings indicate that nurses play a crucial role in disaster management; however, practice-based knowledge deficiencies persist. Notably, gaps remain in the areas of personal protective equipment (PPE) use, decontamination procedures, triage, and radiation safety. Studies conducted in Türkiye reveal that nurses generally exhibit a moderate level of disaster preparedness and have limited participation in drills. The lack of standardized training deepens the gap between theoretical knowledge and practical implementation. When compared internationally, similar deficiencies appear to persist on a global scale. Frameworks developed by the World Health Organization (WHO) and the International Council of Nurses (ICN) provide essential guidance for the standardization of disaster nursing education. In this context, it is recommended that structured and competency-based CBRN education be made mandatory in nursing curricula, that simulation- and scenario-based exercises be expanded, and that modules on stress management and psychological resilience be incorporated into training programs. Furthermore, hospital disaster plans should be regularly updated, and inter-institutional coordination should be strengthened.

In conclusion, cultivating nurses who are well-prepared, skilled, and resilient in responding to CBRN incidents will enhance not only individual professional competence but also the overall societal capacity to withstand and recover from disasters.

Keywords: CBRN; Disaster Nursing; Preparedness; Education

HİPOKAMPUSUN ALT ALANLARINDA HİSTOPATOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN YARI-KANTİTATİF SKORLAMASI

Ayşe İKİNCİ KELEŞ
Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, 68000 Aksaray, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0716-5695

ÖZET

Bu çalışma, hipokampusun CA1, CA3, Dentate Gyrus (DG) ve hilus bölgelerinde oluşan histopatolojik değişiklikleri değerlendirmek amacıyla cresyl violet boyası kullanılarak geliştirilmiş yarı-kantitatif bir skorlama sistemini kapsamlı biçimde tanımlamaktadır. Tüm bölgelerde nöronal dejenerasyon, glial aktivasyon, vasküler değişiklikler, ödem ve apoptoz parametreleri bölgesel özelliklere göre 0–3 veya 0–4 aralığında sınıflandırılmıştır. Nöronal dejenerasyon; piknotik hücre görünümü, sitoplazmik şişme ve tabaka bütünlüğündeki bozulma üzerinden; glial aktivasyon ise artmış astrositoz ve mikroglial yoğunluk üzerinden değerlendirilmiştir. Vasküler konjesyon, perivasküler aralık genişlemesi ve ödem derecesi doku bütünlüğü ile birlikte kaydedilmiş; apoptotik/piknotik hücre oranı yüzdesel dağılıma göre skorlanmıştır. DG bölgesi için granüler tabaka yapısının değerlendirilmesi genişletilmiş olup granüler yoğunluk/incelme (0–4), granüler dejenerasyon (0–3) ve granüler dispersiyon (0–3) DG'nin alt parametreleri olarak sisteme entegre edilmiştir. Bu yaklaşım, DG'nin hem genel morfolojisini hem de granüler tabakaya özgü bozulmaları tek bir bölgesel skor içerisinde bütünleştirerek daha tutarlı bir değerlendirme sağlamıştır. Hilus bölgesinde ise nöronal dejenerasyon (0–3), glial aktivasyon (0–3) ve vasküler değişiklikler (0–2) temel ölçütler olarak kullanılmıştır. Her alt parametrenin toplamı CA1, CA3, DG ve hilus için bölgesel subtotal skorları oluşturmuş; bu skorlar gruplar arası hipokampal hasarın derecesini karşılaştırmada objektif ve tekrarlanabilir bir ölçüt sunmuştur. Bu sistem, deneysel ve nöropatolojik çalışmalarda hipokampal hasarı standartlaştırılmış biçimde değerlendirebilen bütüncül bir yöntem sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hipokampus, Dentate Gyrus, CA1–CA3, nöronal dejenerasyon, yarı-kantitatif skorlama

STANDARDIZED SCORING OF HISTOPATHOLOGICAL ALTERATIONS IN HIPPOCAMPAL SUBREGIONS

ABSTRACT

This study comprehensively describes a semi-quantitative scoring system developed to evaluate histopathological alterations in the CA1, CA3, Dentate Gyrus (DG), and hilus regions of the hippocampus using cresyl violet staining. In all regions, neuronal degeneration, glial activation,

vascular alterations, edema, and apoptosis were scored between 0–3 or 0–4 according to regional characteristics. Neuronal degeneration was assessed based on the presence of pyknotic cells, cytoplasmic swelling, and disruption of layer integrity, while glial activation was evaluated through increased astrogliosis and microglial density. Vascular congestion, perivascular space enlargement, and the degree of edema were recorded along with tissue integrity, and apoptotic/pyknotic cell ratios were scored according to their percentage distribution. For the Dentate Gyrus, the evaluation of the granule cell layer was expanded to include granule cell density/thinning (0–4), granule cell degeneration (0–3), and granule cell dispersion (0–3), which were integrated as subparameters within the DG scoring system. This approach allowed both general DG morphology and granule cell layer–specific alterations to be unified under a single regional score, providing a more coherent assessment. In the hilus region, neuronal degeneration (0–3), glial activation (0–3), and vascular changes (0–2) served as the primary criteria. The sum of all subparameters generated regional subtotal scores for CA1, CA3, DG, and the hilus, offering an objective and reproducible measure for comparing hippocampal damage across groups. Overall, this system provides a standardized and comprehensive method for evaluating hippocampal injury in experimental and neuropathological studies.

Keywords: Hippocampus, Dentate Gyrus, CA1–CA3, neuronal degeneration, semi-quantitative scoring

1. INTRODUCTION

The hippocampus is a limbic structure that plays a central role in cognitive functions such as learning, memory, and spatial navigation (İkinci et al. 2013 (a,b); Keleş et al. 2018). It is composed of distinct subregions, including the Cornu Ammonis (CA) fields CA1, CA2, CA3, the Dentate Gyrus (DG), and the hilus, each with unique cytoarchitecture and functional properties. CA1 is particularly vulnerable to ischemic and excitotoxic damage, whereas CA2 shows greater resistance, and CA3 contains densely packed pyramidal neurons with extensive recurrent connections. The DG is characterized by a granule cell layer critical for neurogenesis and input integration, while the hilus contains polymorphic neurons that modulate DG output and are sensitive to pathological insults (Figure 1). These histological and functional differences justify the separate evaluation of each subregion, as the patterns and severity of neuronal degeneration, glial activation, and vascular changes may differ significantly across regions. In neurodegenerative diseases and experimental models, hippocampal injury is therefore best assessed using subregion-specific analyses. Objective and reproducible evaluation of these changes is critical for understanding hippocampal pathology and enabling meaningful

comparisons between experimental or clinical groups. In this study, we applied a semi-quantitative scoring system to systematically assess histopathological alterations in CA1, CA2, CA3, DG, and hilus, providing a standardized and comprehensive approach.

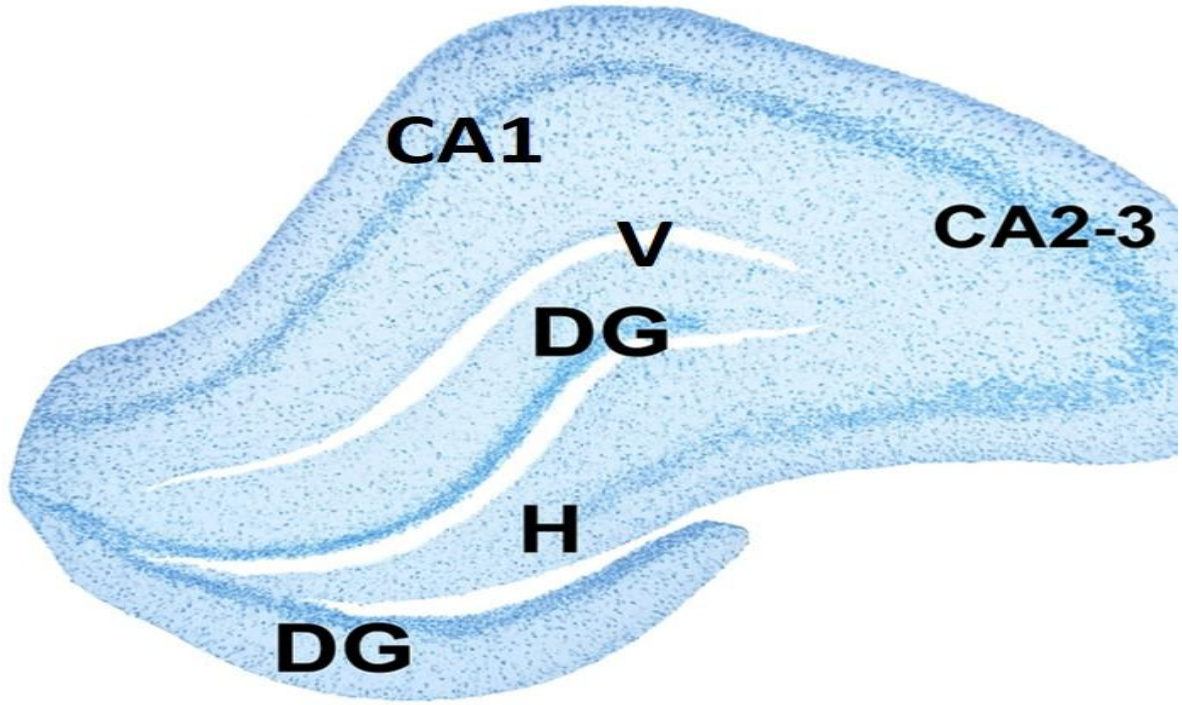


Figure 1. Hippocampal subregions visualized with cresyl violet staining. CA, Cornu Ammonis; DG, Dentate Gyrus; H, Hilus; V, ventricle. The image shows the anatomical organization of CA1, CA3, DG, and hilus regions. Scale bars represent 200 µm at ×4 magnification.

2. HIPPOCAMPAL STRUCTURE AND SUBREGIONS

The hippocampus is a major component of the medial temporal lobe and plays essential roles in learning, memory, and spatial processing. Embryologically, it develops from morphogenetic folding of the medial telencephalon, beginning in late prenatal stages and continuing postnatally (Rice & Barone 2000). Structurally, the hippocampal formation consists of the Cornu Ammonis (CA) fields, the DG, and the hilus (also referred to as CA4 in some classifications) (Lagali et al. 2010; Keleş 2020) (Figure 1).

The CA fields contain pyramidal neurons and are subdivided into CA1, CA2, and CA3. These regions differ in cellular morphology, density, and connectivity. CA1, adjacent to the subiculum, contains smaller pyramidal neurons and is highly vulnerable to hypoxic–ischemic injury. CA2 has densely packed pyramidal cells and receives distinct hypothalamic inputs. CA3, positioned next to the dentate gyrus, receives mossy fiber projections from granule cells and contains larger pyramidal neurons (Stephen & Sternberg 1995; Hosseini-Sharifabada & Nyengaard 2007; Keleş 2020).

The DG is a tightly packed granule cell layer and serves as the primary gateway for cortical input via the entorhinal cortex. It continues to undergo neurogenesis into adulthood, contributing to hippocampal plasticity (Lagali et al. 2010).

The hilus (CA4) lies within the concave inner region of the dentate gyrus, between the DG granule cell layer and the proximal portion of CA3. It contains polymorphic neurons, including mossy cells and interneurons, interspersed among glial cells. Although sometimes grouped with CA3 due to morphological similarity, many studies analyze the hilus as a distinct subregion because of its unique cellular composition and high sensitivity to excitotoxic and seizure-related damage (Stephen & Sternberg 1995; Keleş et al. 2019; Keleş 2020).

Each hippocampal subregion exhibits a distinct cytoarchitecture. The CA fields (CA1–CA3) are composed of densely packed pyramidal neurons organized in a single layer, with large, prominent nuclei and well-defined apical dendrites. Interneurons are interspersed within the pyramidal layer, contributing to local inhibitory circuits (Hosseini-Sharifabada & Nyengaard 2007; Keleş 2020). The DG consists of tightly packed granule cells forming the granule cell layer, with a compact arrangement and relatively small, round neuronal cell bodies. It also contains sparse interneurons and glial cells supporting neuronal function (Lagali et al. 2010). The hilus contains polymorphic neurons, including mossy cells and interneurons, scattered among glial cells. In normal tissue, neurons display intact cell bodies, organized dendritic and axonal processes, glial cells are evenly distributed, and vascular structures are intact (Deniz & Kaplan 2022; Mohamed et al. 2024). Understanding this baseline cytoarchitecture is essential for accurately identifying pathological changes, such as neuronal degeneration, glial activation, or vascular alterations, in experimental or clinical studies.

3. NECESSITY OF HISTOPATHOLOGICAL ASSESSMENT IN THE HIPPOCAMPUS

The hippocampus plays a critical role in cognitive functions and is highly susceptible to various neurodegenerative processes Simply observing cellular changes morphologically may not fully reflect regional differences or the extent of damage. Objective evaluation of neuronal loss, glial activation, and vascular alterations in subregions such as CA1, CA3, DG, and hilus is essential for the reliability of experimental studies and the comparability of findings. A standardized histopathological scoring system enables reproducible and comprehensive assessment of these changes, facilitating a better understanding of hippocampal injury mechanisms and allowing meaningful comparisons between different experimental or clinical groups.

4. HISTOPATHOLOGICAL ALTERATIONS IN HIPPOCAMPAL SUBREGION

Hippocampal subregions exhibit distinct patterns of pathological changes under neurodegenerative, ischemic, or toxic conditions. Neuronal degeneration manifests as pyknosis, cellular swelling, and disruption of layer integrity, while glial activation is observed as increased astrogliosis and microglial density. Vascular alterations, including congestion and perivascular space expansion, often accompany edema. Apoptotic cells can be quantified as a percentage to assess the severity of tissue injury. Importantly, the type and degree of these changes can vary between CA1, CA2, CA3, DG, and hilus, reflecting each subregion's unique vulnerability. Recognizing these subregion-specific alterations is crucial for accurate assessment of hippocampal damage (Keleş et al. 2019; Deniz & Kaplan 2022; Mohamed et al. 2024).

5. HIPPOCAMPAL SUBREGION HISTOPATHOLOGICAL SCORING SYSTEM

In many studies, the hippocampal subregions have been analyzed for histopathological alterations. However, there is currently no universally accepted standard protocol for semi-quantitative or quantitative scoring of these subfields, leading to variability in methodology and interpretation across studies (İkinci et al. 2013 (a,b); Keleş et al. 2019; Deniz & Kaplan 2022; Mohamed et al. 2024).

Accurate evaluation of hippocampal injury requires region-specific analysis because each subregion—CA1, CA3, DG, and hilus—differs in neuronal composition, connectivity, and vulnerability to pathological insults. CA1 neurons are highly sensitive to ischemia, CA3 exhibits distinct excitatory circuitry, DG contains a densely packed granule cell layer important for neurogenesis, and the hilus modulates DG output through interneurons. A semi-quantitative scoring system allows objective, reproducible assessment of neuronal degeneration, glial activation, vascular changes, and edema in each subregion, providing a standardized approach for both experimental models and neuropathological studies.

5.1. Histological evaluation of the CA1 region

CA1 neurons are highly susceptible to ischemic and excitotoxic injury. Region-specific scoring captures early neuronal degeneration, glial activation, and edema patterns that are distinct from other hippocampal subregions (Table 1).

Table 1. CA1 histopathological scoring (**Total score CA1:** 0–13)

Parameter	Score (0–4 / 0–3)	Description
Neuronal Degeneration	0–4	0: Normal
		1: Mild pyknosis, minimal swelling
		2: Moderate cell loss
		3: Severe degeneration, pronounced pyknosis
		4: Disrupted layer integrity, extensive cell loss
Glial Activation	0–3	0: Normal
		1: Mild astrogliosis
		2: Moderate glial reaction
		3: Severe astrogliosis + microgliosis
Vascular Changes	0–3	0: Normal vessels
		1: Mild congestion
		2: Pronounced congestion + perivascular widening
		3: Severe edema, Blood–Brain Barrier disruption appearance
Edema	0–3	0: Normal
		1: Mild interstitial edema
		2: Moderate edema
		3: Widespread edema, enlarged intercellular spaces
Percentage of Maximum Score		(Total / 13) × 100

5.2. Histological evaluation of the CA2-3 region

CA2-3 contains densely packed pyramidal neurons with extensive recurrent connections. It is moderately vulnerable to injury, often showing degeneration patterns distinct from CA1, which underscores the need for separate evaluation (Table 2).

Table 2. CA2-3 Histopathological scoring (Total score CA2-3: 0–13)

Parameter	Score (0–4 / 0–3)	Description
Neuronal Degeneration	0–4	0: Normal
		1: Mild pyknosis, minimal swelling
		2: Moderate cell loss
		3: Severe degeneration, pronounced pyknosis
		4: Disrupted layer integrity, extensive cell loss
Glial Activation	0–3	0: Normal
		1: Mild astrogliosis
		2: Moderate glial reaction
		3: Severe astrogliosis + microgliosis
Vascular Changes	0–3	0: Normal vessels
		1: Mild congestion
		2: Pronounced congestion + perivascular widening
		3: Severe edema, Blood–Brain Barrier disruption appearance
Edema	0–3	0: Normal
		1: Mild interstitial edema
		2: Moderate edema
		3: Widespread edema, enlarged intercellular spaces
Percentage of Maximum Score		(Total / 13) × 100

5.3. Histological evaluation of the Dentate Gyrus (DG) – General parameters

The DG receives inputs from the entorhinal cortex and plays a key role in neurogenesis. Evaluating neuronal, glial, vascular, and edema changes in DG provides insights into overall hippocampal integrity (Table 3).

Table 3. Dentate Gyrus (DG) – General parameters (Total score DG (general parameters): 0–13)

Parameter	Score (0–4 / 0–3)	Description
Neuronal Degeneration	0–4	0: Normal
		1: Mild pyknosis, minimal swelling
		2: Moderate cell loss
		3: Severe degeneration, pronounced pyknosis
		4: Disrupted layer integrity, extensive cell loss
Glial Activation	0–3	0: Normal
		1: Mild astrogliosis
		2: Moderate glial reaction
		3: Severe astrogliosis + microgliosis
Vascular Changes	0–3	0: Normal vessels
		1: Mild congestion
		2: Pronounced congestion + perivascular widening
		3: Severe edema, Blood–Brain Barrier disruption appearance
Edema	0–3	0: Normal
		1: Mild interstitial edema
		2: Moderate edema
		3: Widespread edema, enlarged intercellular spaces
Percentage of Maximum Score		(Total / 13) × 100

5.4. Histological evaluation of the Dentate Gyrus (DG) – Granule cell layer

The granule cell layer of DG is particularly vulnerable to injury. Assessing granule cell density, degeneration, and dispersion allows detailed analysis of DG-specific pathological alterations (Table 4).

Table 4. Dentate Gyrus (DG) – Granule cell layer parameters (Total score DG (Granule layer parameters): 0–10)

Parameter	Score (0–4 / 0–3)	Description
Granule Cell Density / Layer Thinning	0–4	0: Normal, densely packed layer
		1: Mild thinning
		2: Moderate cell loss 3: Pronounced thinning
		4: Severe loss, layer nearly absent
Granule Cell Degeneration	0–3	0: Normal
		1: Mild pyknosis
		2: Widespread degeneration
		3: Severe pyknosis + cellular disruption
Granule Cell Dispersion	0–3	0: Normal layer boundary
		1: Mild boundary blurring
		2: Moderate dispersion
		3: Pronounced disorganization/widened layer
Percentage of Maximum Score		(Total / 10) × 100

5.5. Histological evaluation of the hilus

The hilus contains polymorphic neurons and interneurons that modulate DG output. It is highly sensitive to excitotoxic and ischemic damage, making glial and vascular changes important indicators of hilus pathology (Table 5).

Table 5. Hilus histopathological scoring (**Total score Hilus:** 0–8)

Parameter	Score (0–3 / 0–2)	Description
Neuronal Degeneration	0–3	0: Normal
		1: Mild pyknosis
		2: Moderate degeneration
		3: Severe cell loss
Glial Activation	0–3	0: Normal
		1: Mild astrogliosis
		2: Moderate glial reaction
		3: Severe astrogliosis + microgliosis
Vascular Changes	0–2	0: Normal
		1: Mild congestion
		2: Pronounced congestion/edema
Percentage of Maximum Score		(Total / 8) × 100

5.6. Histological evaluation of the Ventricular

Although the ventricle is not a primary hippocampal parenchymal region, its evaluation can serve as an indirect but useful morphological indicator of hippocampal integrity. Experimental studies show that neuronal loss and hippocampal atrophy may lead to secondary ventricular enlargement, reflecting broader tissue shrinkage and structural remodeling (Apostolova et al. 2012). In addition, ependymal disruption and periventricular glial responses can emerge in injury models, providing supportive evidence of global or regional pathological involvement (Groh et al. 2024).

Thus, incorporating ventricular assessment provides a more integrated structural context by identifying secondary ventricular dilation associated with hippocampal volume loss and documenting supportive periventricular alterations—such as gliosis or ependymal disruption—that accompany broader injury patterns (Table 6).

Table 6: Ventricular histopathological scoring system (Total Ventricular score: 0–8)

Parameter	Score (0–3 / 0–2)	Description
Ventricular Dilatation	0–3	**0:** Normal ventricular width
		1: Mild widening
		2: Moderate dilatation
		3: Marked enlargement
Ependymal Integrity	0–2	**0:** Intact ependymal lining
		1: Mild discontinuity / flattening
		2: Clear ependymal loss or denudation
Periventricular Gliosis	0-3	**0:** No gliosis
		1: Mild periventricular astrogliosis
		2: Moderate gliosis
		3: Severe astrocytic–microglial activation
Percentage of Maximum Score		(Total / 8) × 100

6. STANDARDIZED SCORING OF HIPPOCAMPAL SUBREGION PATHOLOGY

A semi-quantitative scoring system was employed to evaluate histopathological alterations within hippocampal subregions, including CA1, CA3, the DG, and the hilus. Parameters such as neuronal degeneration, glial reactivity, vascular alterations, edema, and granule cell layer morphology were scored on region-specific ordinal scales. Subregional scores were summed to produce regional subtotals, which were subsequently combined to derive the total hippocampal pathology score (Table 7).

Table 7. Semi-Quantitative Histopathological Scoring of Hippocampal Subregions

Parameter	CA1	CA3	DG General	DG Granule Layer	Hilus	Ventricle
Neuronal Degeneration	0–4	0–4	0–4	—	0–3	—
Glial Activation	0–3	0–3	0–3	—	0–3	—
Vascular Changes	0–3	0–3	0–3	—	0–2	—
Edema	0–3	0–3	0–3	—	—	—
Granule Cell Density / Thinning	—	—	—	0–4	—	—
Granule Cell Degeneration	—	—	—	0–3	—	—
Granule Cell Dispersion	—	—	—	0–3	—	—
Ventricular Dilatation	—	—	—	—	—	0-3
Ependymal Integrity	—	—	—	—	—	0-2
Periventricular Gliosis	—	—	—	—	—	0-3
Regional Subtotal	A (0–13)	B (0–13)	C1 (0–13)	C2 (0–10)	D (0–8)	E(0-8)

DG (dentate gyrus) total score (C total) = C1 + C2 (max 23). Total hippocampal score = A + B + C total + D+E (max 65). Histopathological severity was interpreted as near-normal (0–10%), mild (10–30%), moderate (30–60%), marked (60–80%), and severe (80–100%) injury.

6.1. Score summation:

The total DG score was calculated by summing the general DG (C1) and granule layer (C2) subtotals, yielding a maximum score of 23 (C total = C1 + C2). The total hippocampal pathology score was obtained by summing the subtotals of all subregions (CA1, CA3, DG, and hilus), with a maximum possible score of 65 (Total = A + B + C total + D+E). Scores were further expressed as percentages of the maximum possible score to facilitate comparison across experimental groups.

6.2. Classification of histopathological score levels

0–10%: Near-normal hippocampal architecture

10–30%: Mild structural alterations

30–60%: Moderate tissue involvement

60–80%: Marked histopathological changes

80–100%: Extensive, widespread hippocampal pathology

This standardized approach allows reproducible quantification of hippocampal pathology and enables direct comparison between studies assessing neurodegenerative or injury-related changes.

CONCLUSIONS

We developed an integrated, semi-quantitative scoring system for hippocampal subregions—CA1, CA3, DG, and hilus—along with the ventricular compartment, to systematically evaluate neuronal and glial pathology, vascular alterations, edema, granule cell abnormalities, and periventricular changes. The DG total score was calculated as the sum of its general (C1) and granule cell layer (C2) subtotals (maximum 23). The total integrated pathology score was obtained by summing all regional and ventricular subtotals (A + B + C + D + E), yielding a maximum of 65 points. Histopathological score levels were interpreted as near-normal (0–10%), mild (10–30%), moderate (30–60%), marked (60–80%), and severe (80–100%) tissue involvement.

To provide methodological flexibility across different experimental designs, the scoring system includes an optional ventricular assessment module. In many studies, ventricular or periventricular alterations may not be central to the primary research question; therefore, investigators may prefer to apply only the core hippocampal scoring framework, comprising CA1, CA3, DG, and hilus (A + B + C + D), with a maximum total of 57 points. However, in experimental models where ventricular involvement is mechanistically relevant—such as hydrocephalus, intraventricular inflammation, periventricular leukomalacia, chronic hypoxic injury, traumatic brain injury with secondary ventricular enlargement, or neurodegenerative processes associated with periventricular glial activation—the optional ventricular module (E), with a maximum of 8 points, can be incorporated. This dual-structure design allows the system to function either as a core hippocampal scoring tool (0–57) or as an expanded integrated pathology index (0–65), enabling researchers to tailor the scoring framework to the specific pathophysiological context of their study.

Overall, this scoring system provides a standardized and reproducible framework for quantifying hippocampal damage, facilitating direct comparison across experimental groups and studies. By integrating multiple histopathological parameters and subregions into a single composite score, it enhances objectivity and enables the identification of region-specific vulnerabilities. Ultimately, this comprehensive method offers a robust tool for evaluating neurodegeneration, injury progression, and therapeutic outcomes in both preclinical and clinical research settings.

REFERENCES

Apostolova, L.G., Green, A.E., Babakchanian, S., Hwang, K.S., Chou, Y.Y., Toga, A.W., Thompson, P.M. 2012. Hippocampal atrophy and ventricular enlargement in normal aging, mild cognitive impairment (MCI), and Alzheimer disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 26(1), 17–27.

Deniz, O.G., Kaplan, S. 2022. The effects of different herbals on the rat hippocampus exposed to electromagnetic field for one hour during the prenatal period. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 119, 102043.

Groh, A.M.R., Caporicci-Dinucci, N., Afanasiev, E., Bigotte, M., Lu, B., Gertsvolf, J., Smith, M.D., Garton, T., Callahan-Martin, L., Allot, A., Hatrock, D.J., Mamane, V., Drake, S., Tai, H., Ding, J., Fournier, A.E., Larochelle, C., Calabresi, P.A., Stratton, J.A. 2024. Ependymal cells undergo astrocyte-like reactivity in response to neuroinflammation. *Journal of Neurochemistry*, 168(10), 3449–3466.

Hosseini-Sharifabada, M., Nyengaard, J.R. 2007. Design-based estimation of neuronal number and individual neuronal volume in the rat hippocampus. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 206–214.

İkinci, A., Odacı, E., Baş, O. 2013(a). Effects of ethyl pyruvate administration on female rats' pyramidal cells of cornu ammonis after brain ischemia: a stereological and histopathological study. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 43, 354–361.

İkinci, A., Odacı, E., Yıldırım, M., Kaya, H., Akça, M., Hancı, H., Aslan, A., Sönmez, F.O., Baş, O. 2013(b). The effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on hippocampus morphology and learning behavior in rat pups. *NeuroQuantology*, 11(4), 582–590.

Keleş, A.İ., Yıldırım, M., Gedikli, Ö., Çolakoğlu, S., Kaya, H., Baş, O., Sönmez, O.F., Odacı, E. 2018. The effects of a continuous 1-h a day 900-MHz electromagnetic field applied throughout early and mid-adolescence on hippocampus morphology and learning behavior in late adolescent male rats. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 94, 46–53.

Keleş, A.İ., Nyengaard, J.R., Odacı, E. 2019(b). Changes in pyramidal and granular neuron numbers in the rat hippocampus 7 days after exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field during early and mid-adolescence. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 101, 101681.

Keleş, A.İ. 2020. Elektromanyetik Alanın Hipokampus Hücreleri Üzerine Etkileri. *Güncel Sağlık Sorunları ve Yaklaşımları*. İKSAD Yayınevi, 1. Baskı, Bölüm 12, 305–321. ISBN: 978-625-7279-85-7.

Lagali, P.S., Corcoran, C.P., Picketts, D.J. 2010. Hippocampus development and function: role of epigenetic factors and implications for cognitive disease. *Clinical Genetics*, 78, 321–333.

Mohamed, H., Deniz, O.G., Kaplan, S. 2024. The neuroprotective effects of baobab and black seed on the rat hippocampus exposed to a 900-MHz electromagnetic field. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 137, 102405.

Rice, D., Barone, S. Jr. 2000. Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models. *Environmental Health Perspectives*, 108(3), 511–533. doi: 10.1289/ehp.00108s3511.

Stephen, S., Sternberg, M.D. 1995. *Histology for Pathologists*. 2nd ed. Lippincott–Raven Publishers, Philadelphia–New York, Chapter 11, p. 248.

HEMŞİRELİKTE NİTEL ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ KULLANIMININ İNCELENMESİ: BİBLİYOMETRİK ANALİZ ÇALIŞMASI

Dr Melisa BULUT
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Mental Health and Psychiatric Nursing, 14030 Gölköy, Bolu
ORCID: 0000-0002-2031-6454

ÖZET

Nitel araştırma metodolojisi açık uçlu sorular, derinlemesine bireysel veya odak grup görüşmeleri, gözlem, doküman incelemesi gibi çeşitli yöntemler kullanarak karmaşık ve çok yönlü sosyal olguları çözümleme ve anlamlandırmaya yarayan, yapıcı veya yorumlayıcı bir araştırma yaklaşımıdır. Hemşirelik disiplininde bakım süreçleri, hasta deneyimleri, kültürel faktörlerin bakımla ilişkisi, hemşirelik eğitimi ve mesleki gelişimi sayılara veya istatistiksel analizlere indirgenemeyecek kadar karmaşık sosyal bağlamlara gömülü konulardır. Bu nedenle, hemşirelikte nitel araştırma metodolojisinin yeri kritiktir. Bu nedenle bu araştırmada, bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak hemşirelikte nitel araştırma metodolojisi kullanımının zaman içindeki değişimini, konu trendlerini ortaya koymak ve konunun entelektüel haritalamasını yapmak amaçlanmıştır. Web of Science Core Collection, veri tabanında 24 Kasım 2025'e kadar olan tüm çalışmaları kapsayan bir literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen veriler VOSviewer bibliyometrik analiz programı ile analiz edilmiştir. Toplam 38.646 çalışmaya ulaşılmıştır. Buna göre, konuyla ilgili çalışmaların en çok makale türünde, ardından derleme türünde ve en çok İngilizce dilinde (n=36.982) yayınlanmıştır. Konuyla ilgili ilk çalışma 1977 yılında, en çok çalışma ise 2024 yılında (n=3.355) yayınlanmıştır. Konuyla ilgili araştırma yapan araştırmacılar 14 kümede yoğunlaşmış ve en çok çalışmayı yapan yazar Debra Jackson olmuştur. Konuyla 67 ülke 7 kümede toplanarak iş birlikleri ile çalışma yapmıştır. En çok çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmıştır. Konuyla ilgili çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler 16 kümede toplanmış (birlikte kullanılmış), en çok "nursing" anahtar kelimesi, ardından "nurse", "qualitative" ve "education" anahtar kelimelerini kullanılmıştır. Hemşirelikte nitel araştırmaların klinik süreçlerden eğitim deneyimlerine, ruh sağlığından mesleki kimliğe kadar geniş bir yelpazede yürütüldüğü belirlenmiştir. COVID-19 pandemisi, dayanıklılık, çalışma ortamı sorunları, çevrimiçi öğrenme ve toplumsal cinsiyet gibi konuların son yıllarda giderek daha fazla ele alındığını ortaya koyulmuştur.

Genel olarak bu bulgular, hemşirelikte nitel metodolojinin giderek güçlenen bir araştırma yaklaşımı olduğunu, mesleğin insan deneyimine dayalı yapısını anlamada önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: bibliyometrik analiz, nitel araştırma, hemşirelik, nitel araştırma metodolojisi

EXAMINATION OF THE USE OF QUALITATIVE RESEARCH METHODOLOGY IN NURSING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS STUDY

ABSTRACT

Qualitative research methodology is a constructive or interpretive research approach that uses a variety of methods—such as open-ended questions, in-depth individual or focus group interviews, observation, and document review—to analyze and understand complex, multifaceted social phenomena. In the discipline of nursing, topics like care processes, patient experiences, the relationship between cultural factors and care, nursing education, and professional development are embedded in intricate social contexts that cannot be reduced to numbers or statistical analysis alone. Therefore, the role of qualitative research methodology in nursing is critical. This study aimed to reveal changes in the use of qualitative research methodology in nursing over time, identify trends in the topic, and provide an intellectual map of the field using bibliometric analysis. A comprehensive literature search covering all studies up to November 24, 2025, was conducted in the Web of Science Core Collection database. The obtained data were analyzed using the VOSviewer bibliometric analysis program. A total of 38,646 studies were identified. The majority of relevant studies were published as articles, followed by reviews, and were predominantly in English (n=36,982). The first study on the subject was published in 1977, with the highest number of publications appearing in 2024 (n=3,355). Researchers focusing on the topic were grouped into 14 clusters, with author Debra Jackson being the most prolific. Sixty-seven countries, grouped into seven clusters, engaged in collaborative studies on the topic, with the United States producing the most studies. Keywords used in the studies were collected into 16 co-occurrence clusters. The most frequently used keywords were “nursing,” followed by “nurse,” “qualitative,” and “education.” The analysis determined that qualitative research in nursing covers a wide range of topics, from clinical processes and educational experiences to mental health and professional identity. It also revealed that topics such as the COVID-19 pandemic, resilience, workplace issues, online learning, and gender have been increasingly addressed in recent years.

Overall, these findings demonstrate that qualitative methodology in nursing is an increasingly vital research approach, making significant contributions to understanding the profession's structure based on human experience.

Keywords: Bibliometric analysis, qualitative research, nursing, qualitative research methodology

1. GİRİŞ

Nitel araştırma metodolojisi, sosyal olguları anlamada bağlam, deneyimin derinliğini ve zenginliğini vurgulayan bir bilimsel araştırma metodolojisidir. Bu metodoloji, yalnızca olayları nicelleştirmek yerine, sosyal davranış ve etkileşimlerin ardındaki "ne, neden, ne zaman, nerede, kim ve nasıl sorularını ortaya çıkarmayı amaçlayan yapıcı veya yorumlayıcı bir yaklaşımdır (Lim, 2024). Nitel araştırma; açık uçlu sorular, derinlemesine veya odak grup görüşmeleri, gözlem, doküman incelemesi gibi çeşitli yöntemler kullanarak olguların kapsamlı bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır. Böylece, karmaşık ve çok yönlü sosyal olguları çözümleme ve anlamlandırma becerisiyle araştırma metodolojilerinin vazgeçilmez bir bileşenidir.

Hemşirelik disiplininde birçok araştırma sorusu, sayılara veya istatistiksel analizlere indirgenemeyecek kadar karmaşık sosyal bağlamlara gömülü şekilde ortaya çıkmaktadır. Nitel yöntemler, bu karmaşıklığı çözmek ve insan davranışlarını anlamak için hemşirelikte gerekli araştırma araçlarını sağlamaktadır (De Chesnay, 2014). Hasta deneyimlerini anlama, hemşirelik bakım süreçlerini değerlendirme, sağlık hizmetlerinde kültürel faktörleri inceleme, hemşirelik eğitimi ve mesleki gelişim araştırmaları, hasta-hemşire iletişimi çalışmaları gibi alanlarda nitel metodoloji kullanılmaktadır.

Hemşirelik araştırmalarında yaygın olarak beş temel nitel araştırma yaklaşımını kullanılmaktadır. Bunlar Grounded Theory (Temellendirilmiş/Gömüşü Kuram), Phenomenology (Fenomenoloji), Ethnography(Etnografi), Action Research (Eylem Araştırması) ve General Inquiry (Genel Sorgulama) olarak sıralanabilir. Hemşirelik araştırmalarında da kullanılabilecek beş ana nitel araştırma yaklaşımını Temellendirilmiş/Gömülü Kuram, sistematik teori geliştirme yaklaşımı olarak kullanılmaktadır. Fenomenoloji, bireylerin deneyimlerine odaklanmaktadır. Etnografi, kültürel etkileşimler ve normları incelemektedir. Eylem Araştırması, katılımcı değişim ile araştırmacı rolünü birleştirmektedir. Genel Sorgulama ise anlatı, tarihsel veya vaka çalışması yaklaşımlarını kapsamaktadır. Bu yöntemler görüşmeler ve gözlemle elde edilen verilerin açık kodlama, eksenel kodlama veya seçici kodlama ile, tematik veya içerik analizi kullanılarak analiz edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Hemşirelikte nitel araştırma metodolojisinde araştırma geçerlik ve güvenilirliği için credibility (inanılırlık), dependability (güvenilirlik),

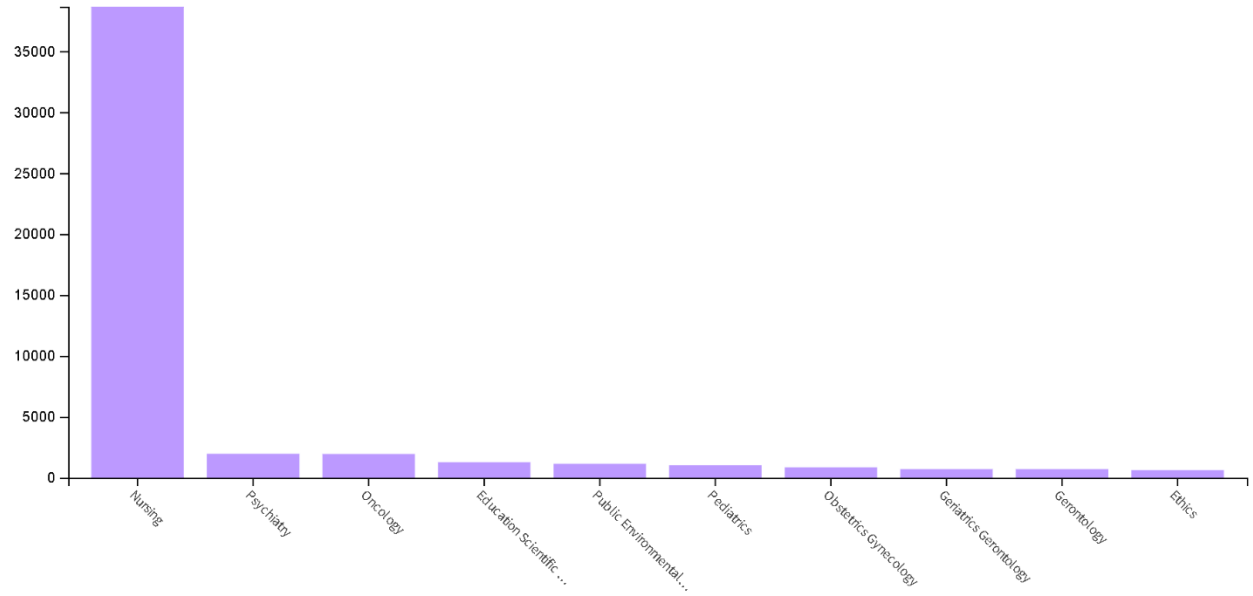
confirmability (doğrulanabilirlik), transferability (aktarılabilirlik) yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir (Dodgson, 2017; Holloway & Galvin, 2023; Ingham-Broomfield, 2015).

2. MATERYAL-METOT

Bu araştırmada bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, bir disiplinin entelektüel manzarasını haritalamak amacıyla çok miktarda çalışma verisinin analiz edilmesidir (Abdullah et al., 2023; Donthu et al., 2021). Araştırmada "nursing", "qualitative", "qualitative method", "qualitative methology" anahtar kelimeleri farklı kombinasyonlarla kullanılarak Web of Science Core Collection, veritabanında 24 Kasım 2025'e kadar olan çalışmalar taratılmıştır. Toplam 38.646 çalışmaya ulaşılmıştır. VOSviewer bibliometric analysis software ile citation analysis, bibliographic coupling, co-citation analysis, co-authorship analysis, co-word analysis yöntemleri kullanılarak çalışma verileri analiz edilmiş ve görselleştirilmiştir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Analiz sonuçlarına göre, hemşirelikte nitel araştırma metodolojisi kullanılan disiplinler incelendiğinde, psikiyatri, onkoloji ve eğitim bilimlerinin ilk sıralarda geldiği görülmektedir.



Şekil 8. Nitel araştırma metodolojisinin hemşirelik ve alt disiplinlerinde dağılımı

Tablo 1. Çalışmaların Web of Science kategorilerinde dağılımı

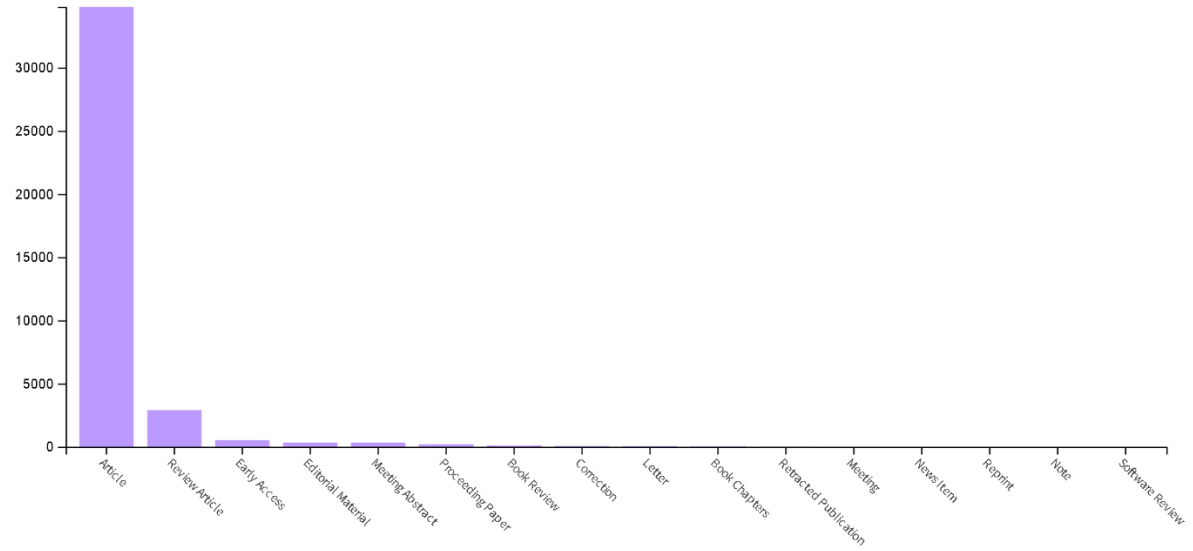
Web of Science Kategorileri	**Doküman sayısı**	**% 38.646**
Hemşirelik	38,646	100.000%
Psikiyatri	1,968	5.092%
Onkoloji	1,951	5.048%
Eğitim Bilimleri	1,270	3.286%
Halk Sağlığı ve İş Sağlığı	1,148	2.971%
Pediatri	1,024	2.650%
Kadın Hastalıkları ve Doğum	856	2.215%
Geriatri	707	1.829%
Gerontoloji	707	1.829%
Etik	629	1.628%
Yoğun Bakım Tıbbı	608	1.573%
Yönetim	530	1.371%
Kalp ve Damar Sağlığı	518	1.340%
Sosyal Bilimler	449	1.162%
Sağlık Bilimleri Hizmetleri	423	1.095%
Rehabilitasyon	310	0.802%
Tıbbi Bilişim	192	0.497%
Disilpinlerarası Bilişim ve Bilgisayar Bilimleri	176	0.455%
Sağlık Politikası Hizmetleri	155	0.401%

Konuyla ilgili çalışmaların en çok makale türünde, ardından derleme türünde yayınlandığı belirlenmiştir.

Tablo 2. Çalışmaların yayın dili

Dil	**Doküman sayısı**	**% 38.646**
İngilizce	36982	95.694
Portekizce	909	2.352
İspanyolca	245	0.634
Korece	144	0.373
Almanca	137	0.354
Norveççe	85	0.220
Fransızca	80	0.207
Danca	31	0.080
İtalyanca	18	0.047
Türkçe	11	0.028

Konuyla ilgili yayınlanan çalışmaların yayın dillerinde incelendiğinde, en çok İngilizce dilinde (n=36.982) yayınlandıkları belirlenmiştir (Tablo 2). Konuyla ilgili ilk çalışmanın 1977 yılında yapıldığı belirlenmiştir. En çok çalışmanın ise 2024 yılında (n=3.355) yayınlandığı görülmüştür (Tablo 3).

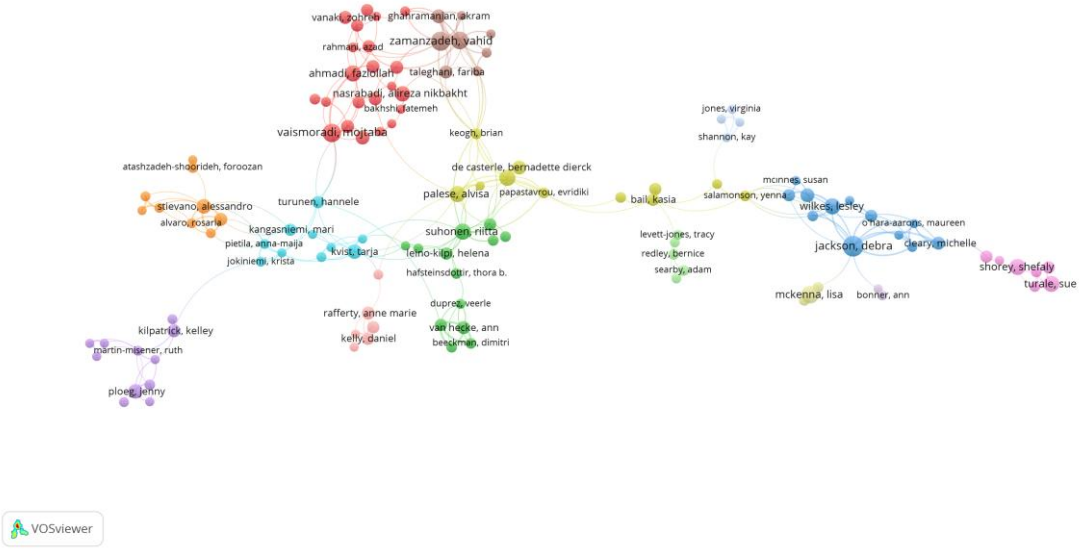


Şekil 9. Hemşirelikte nitel araştırma metodolojisi kullanılan çalışmaların türü

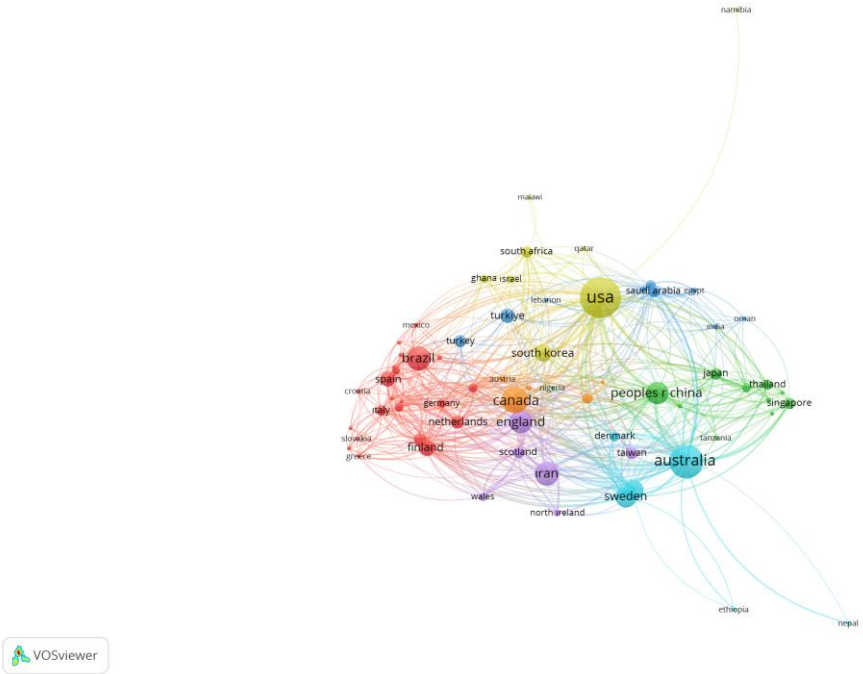
Konuyla ilgili araştırma yapan araştırmacılar incelendiğinde, yazarların 14 kümede yoğunlaştığı ve birbirleriyle iş birlikleri görülmektedir (Şekil 3). Buna göre, konuyla ilgili en çok çalışmayı yapan yazar Debra Jackson (konuyla ilgili 162 yayın) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Çalışmaların yayın yılı

Yayın yılı	**Doküman sayısı**	**% 38.646**			
2026	2	0.005	**2003**	210	0.543
2025	2829	7.320	**2002**	191	0.494
2024	3355	8.681	**2001**	201	0.520
2023	2833	7.331	**2000**	190	0.492
2022	2987	7.729	**1999**	153	0.396
2021	3011	7.791	**1998**	152	0.393
2020	2616	6.769	**1997**	135	0.349
2019	2458	6.360	**1996**	114	0.295
2018	2124	5.496	**1995**	94	0.243
2017	1803	4.665	**1994**	93	0.241
2016	1842	4.766	**1993**	47	0.122
2015	1542	3.990	**1992**	40	0.104
2014	1480	3.830	**1991**	16	0.041
2013	1471	3.806	**1990**	8	0.021
2012	1216	3.147	**1989**	4	0.010
2011	1154	2.986	**1988**	2	0.005
2010	949	2.456	**1987**	7	0.018
2009	851	2.202	**1986**	9	0.023
2008	786	2.034	**1985**	4	0.010
2007	632	1.635	**1984**	2	0.005
2006	450	1.164	**1982**	1	0.003
2005	346	0.895	**1981**	1	0.003
2004	233	0.603	**1977**	2	0.005

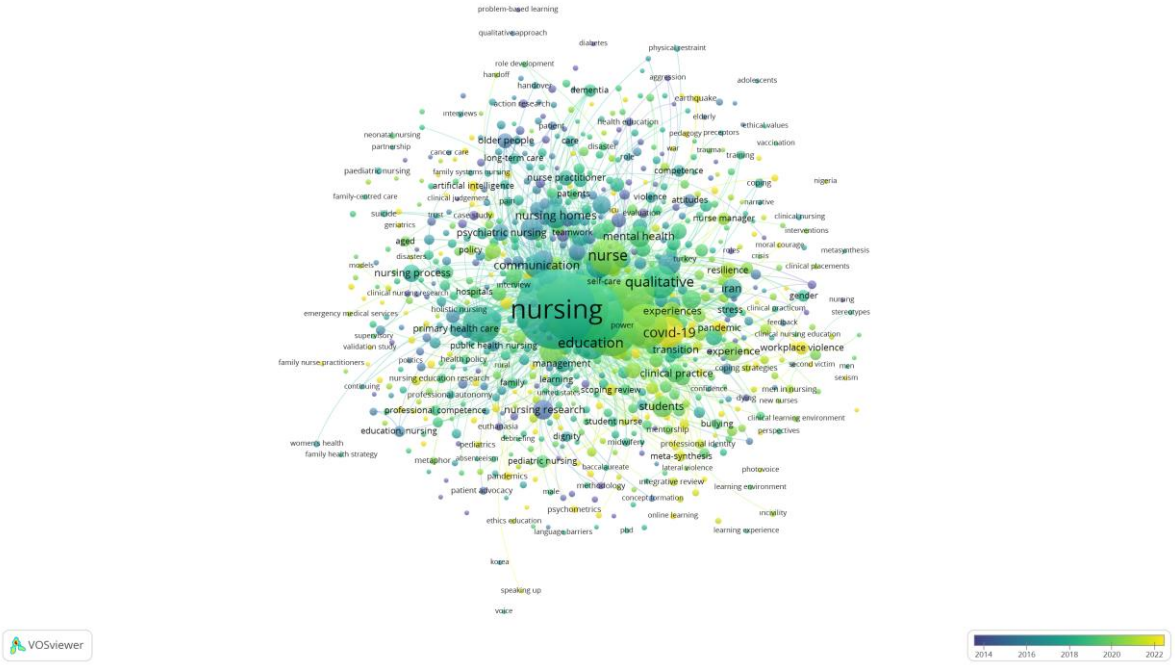


Şekil 10. Araştırmacıların kümeleri ve iş birlikleri



Şekil 11. Araştırmaların yürütüldüğü ülkeler ve iş birlikleri

Konuyla ilgili yayın yapan ülkeler ve birbirleriyle iş birlikleri incelendiğinde, 67 ülkenin, 7 kümede toplandığı belirlenmiştir. Konuyla ilgili en çok çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmıştır.



Şekil 12. Anahtar kelimeler ve ilişkileri

Konuyla ilgili çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler ve birlikte kullanımları incelendiğinde, anahtar kelimelerin 16 kümede toplandığı görülmüştür. Şekle göre, daha açık renkte ve sarı renk yönünde ilerleyen anahtar kelimeler, günümüzde daha çok kullanımı artan anahtar kelimeleri; koyu renkli kelimeler ise geçmişte daha yaygın kullanılan anahtar kelimeleri ifade etmektedir. Buna göre en çok "nursing" anahtar kelimesinin kullanıldığı; ardından "nurse", "qualitative" ve "education" anahtar kelimelerini kullanıldığı belirlenmiştir.

Nitel araştırma metodolojisinin hemşirelikte sayısız yansıması ve kullanımı bulunmaktadır. Klinik müdahaleleri şekillendiren hasta deneyimleri, tercihlerin ve ihtiyaçların anlaşılmasını sağlayarak kanıta dayalı uygulamaya ışık tutmaktadır. Ayrıca hemşirelik eğitiminde nitel araştırma metodolojisi öğrenme süreçlerini, eğitim ihtiyaçlarını ve klinik yeterlilik gelişimini anlamaya yardımcı olmaktadır. Hemşirelik öğrencilerinin deneyimlerine ilişkin çalışmalar, müfredat geliştirme ve öğretim stratejilerine bilgi sağlayabilir. Nitel araştırma bulguları, bakım hizmetlerindeki boşlukları vurgulayarak, sağlık hizmetlerine erişimdeki engelleri belirleyerek ve yeterince hizmet alamayan kesimlerin sesini duyurarak politika geliştirmeye de katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, sağlık davranışlarını etkileyen kültürel inanç ve uygulamaları ortaya çıkararak sağlık geliştirme programlarına bilgi sağlayabilirler.

Bu çalışmada elde edilen bibliyometrik bulgular, hemşirelikte nitel araştırma metodolojisinin yıllar içinde giderek daha görünür ve yaygın bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Sonuçların bütüncül değerlendirilmesi, nitel araştırma yaklaşımının hemşirelik disiplininin

teorik gelişimine hem de uygulamadaki karmaşık olguların anlaşılmasına önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

Nitel metodolojinin en çok psikiyatri, onkoloji ve eğitim bilimlerinde kullanılması, bu alanlardaki insan deneyiminin karmaşıklığıyla ilişkilendirilmiştir. Psikiyatri hemşireliğinde bireylerin duygu durumları, travma süreçleri, iyileşme deneyimleri ve bakım ilişkileri gibi derinlemesine incelenmesi gereken konular nitel yöntemlerle uyumludur. Benzer şekilde onkoloji alanında hastaların baş etme stratejileri, yaşam kalitesi, ölüm ve yaşam algısı gibi fenomenler nicel yöntemlerle tam olarak yakalanamayacak kadar çok katmanlıdır. Eğitim bilimlerinin ilk sıralarda yer alması ise hemşirelik eğitiminin pedagojik yönünün güçlenmesi ve klinik öğrenme deneyimlerinin yorumlanmasına verilen önemin artmasıyla paralellik göstermektedir. Bu bulgu, literatürde nitel araştırmanın özellikle duygu, deneyim ve süreç temelli konular için tercih edildiği yönündeki bilgilerle uyumludur (Polit & Beck, 2021).

Çalışmaların en çok makale türünde yayınlanması, nitel araştırmaların akademik alanda kabulünün ve uluslararası dergilerde görünürlüğünün arttığını göstermektedir. Derleme türündeki yayınların da yüksek oranda olması, nitel araştırmanın hemşirelik literatüründe olgunlaşmaya başladığını ve yöntemlerin teorik çerçeveler üzerinden tartışılmasına daha fazla ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu durum, son yıllarda nitel sentez, meta-etnografi ve meta-aggregasyon çalışmalarının artışıyla da örtüşmektedir (Hannes & Lockwood, 2012).

Konuyla ilgili çalışmaların büyük çoğunlukla İngilizce (n=36.982) yayınlanması, hemşirelikte nitel araştırma metodolojisinin uluslararası literatürle güçlü şekilde entegre olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, metodolojinin batı merkezli kaynaklardan beslendiğini ve İngilizce yayınların küresel akademik iletişim açısından standart hâle geldiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca İngilizce yayınlama eğilimi, araştırmacıların görünürlüğü artırma çabalarıyla da ilişkili olabilir. Benzer şekilde araştırma çıktılarının 67 ülkeye dağıldığı ve 7 kümeye ayrıldığı görülmektedir. Bu durum, hemşirelikte nitel araştırmanın küresel ölçekte benimsendiğini göstermektedir. En çok yayının Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmış olması, hem hemşirelik mesleğinin akademik olarak en güçlü olduğu ülkelerden biri olması hem de metodolojik çeşitliliğin ABD'de daha erken gelişmiş olmasıyla açıklanabilir.

İlk çalışmanın 1977'de yapılmış olması, hemşirelikte nitel metodolojinin görece genç bir araştırma yaklaşımı olduğunu göstermektedir. 2024 yılında yayın sayısının en yüksek düzeye (n=3.355) ulaşması ise hemşirelik araştırmalarında "insan deneyimi" odaklı bakışın güçlendiğini ve nitel metodolojinin kabulünün arttığını göstermektedir. Bu artış, klinik hemşireliğin karmaşıklığının giderek daha çok fark edilmesi, profesyonel rollerin genişlemesi ve hemşire-hasta ilişkisini anlamaya yönelik ihtiyacın artmasıyla ilişkili görülmektedir.

Yazarların 14 kümede yoğunlaşması ve aralarındaki iş birliklerinin görünür olması, nitel araştırma alanında belirgin araştırma topluluklarının oluştuğunu göstermektedir. Debra Jackson'ın 162 yayınla ön planda olması, nitel metodolojiye yön veren lider araştırmacıların etkisini ortaya koymaktadır. Jackson'ın özellikle hemşirelikte deneyim, mesleki kimlik, klinik güçlükler ve hasta güvenliği üzerine yoğunlaşan çalışmaları, alanın bilgi birikimine yön veren çekirdek bir literatür oluşturmuştur.

Anahtar kelimelerin 16 kümede toplandığı görülmektedir. Renk geçişleriyle gösterilen zaman trendleri, hemşirelik literatüründeki kavramsal kaymaları anlamak açısından önemlidir. Haritanın merkezinde yer alan "nursing", "nurse", "education", "qualitative", "clinical practice" gibi kavramlar, hemşirelikte nitel araştırma literatürünün çekirdek konularını oluşturmaktadır. Bu kavramların yüksek frekansa sahip olması, haritanın merkezinde konumlanması, çok sayıda bağlantı ile diğer kavramlara bağlanması, hemşirelik pratiği, hemşire deneyimi, hemşirelik eğitimi ve nitel metodolojinin temel fenomenler üzerine yoğunlaştığını göstermektedir. "Mental health, psychiatric nursing, resilience, self-care, stigma" gibi anahtar kelimeler, nitel araştırmanın duygusal, psikososyal ve deneyim temelli süreçleri anlamadaki gücünü yansıtmakta ve araştırma alanları içinde psikiyatri alanının öne çıkmasıyla uyumlu görünmektedir. "Cancer, palliative care, caregiver burden, quality of life" anahtar kelimeleri onkoloji ve kronik hastalık deneyimleri; "students, clinical placement, learning environment, competence" anahtar kelimeleri hemşirelik eğitimi; "communication, clinical practice, patient safety, professional competence" anahtar kelimeleri klinik uygulamalar ve bakım süreçlerini yansıtmıştır. Ayrıca "gender, violence, workplace bullying, stereotypes" anahtar keliemelri toplumsal konularla ilişkili olup; hemşirelikte nitel araştırmaların yalnızca klinik olgularla sınırlı olmadığını, sosyal, kültürel ve örgütsel boyutların da yoğun biçimde çalışıldığını göstermiştir. Haritadaki renk geçişleri 2014–2022 yıllarını temsil etmektedir. Koyu mavi / yeşil tonlar: daha eski çalışmalar; sarıya yakın tonlar: son yıllarda öne çıkan güncel kavramları ifade etmektedir. Son yıllarda öne çıkan (sarı tonlu) kavramlar "covid-19 pandemic, resilience, transition, workplace violence, online learning, bullying, gender, empowerment" anahtar kelimeleri olmuştur. Özellikle pandemi sonrası dönemin, hemşirelerin çalışma koşulları, stres, tükenmişlik ve dayanıklılık ("resilience") konularının belirgin biçimde artırdığı düşünülebilir.

SONUÇLAR

Sonuç olarak, nitel araştırma metodolojisinin hemşirelik alanında güçlü bir yer edindiğini; özellikle insan deneyimine, bakım ilişkilerine, profesyonel kimliğe ve karmaşık klinik süreçlere yönelik araştırmalarda vazgeçilmez bir yöntem olduğu görülmektedir. Ayrıca iş birlikleri, ülkeler arası ağlar ve yıllara göre artan yayın sayısı, metodolojinin hem küresel hem de disiplinlerarası bir yapı kazandığını ortaya koymaktadır.

REFERANSLAR

Abdullah, K. H., Roslan, M. F., Ishak, N. S., Ilias, M., & Dani, R. (2023). Unearthing hidden research opportunities through bibliometric analysis: a review. Asian Journal of Research in Education and Social Sciences, 5(1), 251-262. https://doi.org/10.55057/ajress.2023.5.1.23

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

Lim, W.M. (2024). What Is Qualitative Research? An Overview and Guidelines. Australasian Marketing Journal, 33, 199 - 229.

De Chesnay, M. (Ed.). (2014). Qualitative Designs and Methods in Nursing (Set). Springer Publishing Company.

Holloway, I., & Galvin, K. (2023). Qualitative research in nursing and healthcare. John Wiley & Sons.

Ingham-Broomfield, R. (2015). A nurses' guide to qualitative research. The Australian Journal of Advanced Nursing, 32(3), 34-40.

Dodgson, J. E. (2017). About research: Qualitative methodologies. Journal of Human Lactation, 33(2), 355-358.

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2021). Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice. Eleventh edition. Wolters Kluwer.Chicago

Hannes, K., & Lockwood, C. (2012). Synthesizing qualitative research: Choosing the right approach. John Wiley & Sons, Ltd.DOI:10.1002/9781119959847

PROBİYOTİKLERİN KADIN SAĞLIĞINDAKİ YERİ

Ebe Emine Nur DAĞ
Aksaray Merkez Taşpınar Aile Sağlığı Merkezi, Merkez. Aksaray, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-7436-8287
Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, 58140 Kampus, Sivas, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2258-7757

ÖZET

Probiyotikler, kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli rol oynamakta olup yeterli miktarda alındıklarında konakçı sağlığına fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Bu canlı mikroorganizmalar; bağırsak epiteline tutunup mukus bariyerinin bütünlüğünü sağlayarak, fırsatçı patojenler ile savaşarak ve immün sistemi modüle ederek kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi kronik hastalıklar, konstipasyon, antibiyotik ile ilişkili diyare, idrar yolu ve üst solunum yolu enfeksiyonları vb. çeşitli enfeksiyon hastalıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde olumlu etkilere sahiptir. Probiyotiklerin etkisi (vajinal mikrobiyotanın dengesinin korunması, enfeksiyonların önlenmesi, hormonal değişimlere bağlı sorunların hafifletilmesi, bağışıklık sisteminin desteklenmesi, vb.) klinik araştırmalarla doğrulanmıştır. Özellikle gebelik ve menopoz dönemlerinde probiyotik kullanımı, maternal ve neonatal sağlığın iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesi ve bağırsak geçirgenliğinin iyileştirilmesindeki etkileri ile öne çıkmaktadır.

Kadınlara özgü hastalıklarda (vajinit, postpartum depresyon ve anksiyete, gestasyonel diyabet, meme, serviks ve endometrium kanseri, postmenopozal osteoporoz, polikistik over sendromu, vb.) olumlu etkiler gösteren probiyotik kullanımında uygulanan doz, müdahale süresi ve probiyotik suşa göre elde edilen sonuçlar değişiklik göstermektedir. Ancak literatürde probiyotiklerin kadın sağlığında yerine yönelik doğrudan ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda probiyotiklerin kadın sağlığında yeri konusunda bilimsel kanıtlar ışığında güncel literatür doğrultusunda hazırlanan bu çalışmanın sağlık çalışanlarına yön gösterici olabileceği ve literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Kadın sağlığı, Sağlık profesyoneli

THE PLACE OF PROBIOTICS IN WOMEN'S HEALTH

ABSTRACT

Probiotics play an important role in protecting and improving women's health and are live microorganisms that, when consumed in adequate amounts, benefit the host. These live microorganisms have positive effects in the treatment and prevention of many diseases, including chronic diseases such as cardiovascular disease and diabetes, constipation, antibiotic-associated diarrhea, urinary tract and upper respiratory tract infections, and various infectious diseases by adhering to the intestinal epithelium, maintaining the integrity of the mucus barrier, combating opportunistic pathogens, and modulating the immune system. The effects of probiotics (maintaining the balance of the vaginal microbiota, preventing infections, alleviating problems related to hormonal changes, supporting the immune system, etc.) have been confirmed in clinical studies. Probiotic use, particularly during pregnancy and menopause, contributes to the improvement of maternal and neonatal health. Probiotics stand out for their effects on regulating the intestinal microbiota and improving intestinal permeability.

Probiotic use has shown positive effects on diseases specific to women (vaginitis, postpartum depression and anxiety, gestational diabetes, breast, cervical, and endometrial cancer, postmenopausal osteoporosis, polycystic ovary syndrome, etc.), and the results obtained vary depending on the dose, duration of intervention, and probiotic strain. However, no studies directly addressing the role of probiotics in women's health have been found in the literature. Therefore, this study, prepared in line with current scientific evidence on the role of probiotics in women's health, is believed to be a guide for healthcare professionals and a contribution to the literature.

Keywords: Probiotic, Women's health, Health professional

GİRİŞ

Probiyotikler, yeterli miktarda alındıklarında konakçı sağlığına fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Russo ve ark., 2019; Chen ve ark., 2022). Bu canlı mikroorganizmalar; bağırsak epiteline tutunup mukus bariyerinin bütünlüğünü sağlayarak, fırsatçı patojenler ile savaşarak ve immün sistemi modüle ederek kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi kronik hastalıklar, konstipasyon, antibiyotik ile ilişkili diyare, idrar yolu ve üst solunum yolu enfeksiyonları vb. çeşitli enfeksiyon hastalıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde olumlu etkilere sahiptir (Russo ve ark., 2019; WHO, 2023). Probiyotikler,

özellikle bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesi ve bağırsak geçirgenliğinin iyileştirilmesindeki etkileri ile öne çıkmaktadır (Kalip ve Atak, 2018).

Literatürde, obstetrik ve jinekolojik alanda, hem oral hem de vajinal probiyotik uygulamalarının; vajinal enfeksiyonları ve preterm doğumları önlediğine, tedavi ettiğine dair kanıtlar yer almaktadır (Russo ve ark., 2019; Chen ve ark., 2022). Uygulanan doz, müdahale süresi ve probiyotik suşa göre elde edilen sonuçlar değişiklik göstermekle birlikte çalışmalar probiyotiklerin; vajinit, postpartum depresyon, anksiyete, gestasyonel diyabet, meme, serviks ve endometrium kanseri, postmenopozal osteoporoz, polikistik over sendromu gibi kadınlara özgü hastalıklarda olumlu etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Russo ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2021; Chen ve ark., 2022). Ancak literatürde probiyotiklerin kadın sağlığında yerine yönelik doğrudan ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda probiyotiklerin kadın sağlığında önemi konusunda bilimsel kanıtlar ışığında güncel literatür doğrultusunda hazırlanan bu çalışmanın sağlık çalışanlarına yön gösterici olabileceği ve literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Probiyotikler ve Yararları

Probiyotikler; insan orijinli, fenotip ve genotip özellikleri belli olan, konakçı üzerinde toksik etki göstermeyen canlı mikroorganizmalardır. Probiyotikler, insan vücuduna alındıklarında faydalı etkileri görülebilmesi için safra tuzu, enzimler ve mide asiditesine karşı dirençli olmalı, insan sindirim sisteminde yaşayabilmeli, konakçının hedef bölgelerinde kolonize olabilmeli, metabolik aktivitesini sürdürebilmeli ve üretim sırasında canlılığını koruyabilmelidir (WHO, 2023). Probiyotik ürünler çoğunlukla, Lactobacillus, Bifidobacterium, Lactococcus, Streptococcus ve Enterococcus cinslerine ait gram pozitif bakteri suşları veya Saccharomyces cinsine ait bazı maya suşları gibi bir veya birden fazla suş içerebilir (Russo ve ark., 2019).

Yeterli miktarlarda alındığında konakçı sağlığına fayda sağlayan probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri oldukça fazladır (Russo ve ark., 2019; Chen ve ark., 2022). Probiyotikler besinlerin sindirimi, ağız sağlığının sürdürülmesi, kolesterol regülasyonunun sağlanması, antioksidan aktivite ve kan basıncının azaltılması gibi fonksiyonlara sahiptir (Nagpal ve ark., 2016). Bu fonksiyonları probiyotikler antibakteriyel aktivite, adezyon mekanizması, immun sistemin modülasyonunu sağlama, bağırsak epitelinin bütünlüğünü sağlama gibi bazı olası etki mekanizmaları ile göstermektedir. Probiyotiklerin antibiyotik ile ilişkili diyare, konstipasyon, ülser, koroner kalp hastalıkları, diyabet, idrar yolu ve üst solunum yolu enfeksiyonları gibi birçok hastalığın tedavisinde yararlı etkileri bulunmaktadır (Nagpal ve ark., 2016; Chen ve ark., 2022).

Kadın Sağlığı ve Probiyotikler

Kadın sağlığı, yalnızca kadınların kendilerini değil, beraberinde eş ve çocuklarını dolayısıyla aile ve toplum sağlığını da etkileyen bir konudur (İlçioğlu ve ark., 2017). Kadın sağlığını etkileyen faktörler arasında kadının mikrobiyotası da (bağırsak, vajina, vb.) yer almaktadır. Vajina, uterus, fallop tüpleri ve overler dahil olmak üzere kadın üreme sisteminin steril olmadığı; yararlı ve patojen mikroorganizmalara ev sahipliği yaptığı bilinmektedir (Moreno ve ark., 2016). Kadın üreme sisteminde mikrobiyal çeşitliliğin en fazla olduğu bölüm vajinadır. Sağlıklı bir kadının vajinal mikrobiyal ortamında özellikle Lactobacillus (L) türleri (L. crispatus, L. gasseri, L. iners ve L. Jensenii) hakimdir ve bu bakteri topluluğunun kadın üreme sistemini koruduğu düşünülmektedir (Zhou ve ark., 2021). Bu bakteri topluluğunun laktik asit, asetik asit ve H_2O_2 üreterek, vajinal pH'ı 4,5 veya daha düşük seviyede tutarak patojenlerin istilasını önlediği, vajinal sağlığın sürdürülmesinde ve vajinal ekosistemin kontrol altına alınmasında önemli bir görev üstlendiklerine ilişkin kanıtlar bulunmaktadır (Bradford ve Ravel, 2017; Chee ve ark., 2020; Chen ve ark., 2022). Buna karşın vajinal ekosistemin bozulması bakteriyel vajinoz, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar ve vulvovajinal kandidiyazis gibi karmaşık vajinal enfeksiyonlara neden olan patojenlerin artması ile ilişkilendirilmektedir (Chee ve ark., 2020). Kanıtlar, vajinal disbiyozun yalnızca vajinal enfeksiyon hastalıkları ile değil aynı zamanda diğer jinekolojik hastalıklar için de risk faktörü olabileceğini göstermektedir (Bradford ve Ravel, 2017; Chee ve ark., 2020). Vajinal disbiyozis durumuna karşın probiyotiklerin kadın sağlığına yönelik birçok hastalığın tedavisinde yararlı etkileri olabileceği bildirilmektedir (Nagpal ve ark., 2016; Bradford ve Ravel, 2017; Chee ve ark., 2020).

- Vajinit ve probiyotikler

Kadınlarda vajinanın bakteriyel veya viral nedenlerle inflamasyonu vajinit olarak adlandırılmaktadır. Vuvovajinal kandidiyazis ve Bakteriyel vajinozis vajinitin en fazla görülen tipleridir (Marnach ve ark., 2022). Vulvovajinal kandidiyazis (VVC), Candida albicans ve türlerinin neden olduğu kadın alt üreme sisteminde görülen yaygın bir mukozal enfeksiyondur (Kennedy ve Sobel, 2010; Denning ve ark., 2018). Sağlıklı mikrobiyotadaki Lactobacillus, Candida'nın vajinal epitele penetre olmasını önlemekte ve Candida'nın aşırı büyümesini engelleyen genlerin ekspresyonunu indüklemektedir (Zangl ve ark., 2019). Tekrarlayan vulvovajinal kandidiyazisi olan kadınlarla yapılan bir çalışmada (n=93), deney ve kontrol grubuna sırasıyla, oral L. plantarum P17630 (5x109 KOB/kapsül) ve plasebo verilmiştir. Çalışmanın 0., 45. ve 90. günlerinde katılımcıların vajinal muayeneleri ve vajinal kültürleri değerlendirilmiş, ilgili probiyotik suşun; vajinal epitel hücrelerinde Lactobacillus kolonizasyonunu önemli ölçüde iyileştirdiği bulunmuştur (Vladareanu ve ark., 2018).

Bakteriyel vajinoz (BV), vajinada laktobasillerin azalıp, anaerobik bakterilerin, özellikle Gardnerella vaginalis ve Prevotella spp., Peptostreptocci, Mobiluncus spp. artması ile karakterize bir enfeksiyon hastalığıdır (Donders, 2010). Prevalansı %23 ile %29 arasında değişen BV'de, azalan Lactobacillus oranı nedeniyle vajinada laktik asit azalır ve pH artar (Donders, 2010; Peebles ve ark., 2019). Metronidazol ve klindamisin gibi antibiyotikler BV'nin tedavi protokolünde yer almaktadır (Workowski ve ark., 2021). Ancak antibiyotikler ile tedavinin ardından enfeksiyonun tekrarı çok sıktır ve patojenik bakteriler, kullanılan antibiyotiklere karşı direnç geliştirebilir (Muzny ve ark., 2020). Bu durum klinisyenleri BV tedavisi için vajina florasını daha uzun süre dengede tutacak probiyotikler gibi alternatif yöntem arayışına sevk etmiştir (Chen ve ark., 2022). Bakteriyel vajinozu olan kadınlarda antibiyotik tedavisinin (7 gün boyunca günde iki kez 500 mg metranidazol) ardından 5x109 KOB/gün oral L. acidophilus GLA-14 ve L. rhamnosus HN001 probiyotiklerinin denendiği bir çalışmada, 6. ayın sonunda hastaların hastalık semptomlarının anlamlı biçimde azaldığı bulunmuştur (Russo ve ark., 2019). Probiyotiklerin vajinal yolla uygulandığı bir çalışmada ise; deney grubuna, 30 gün boyunca Lactin-V (2x109 KOB/gün L. crispatus CTV-05) verilmiştir. 12 hafta süren izlem sonucunda; BV'nin tekrarlama insidansını Lactin-V'nin anlamlı olarak azalttığı saptanmıştır (Cohen ve ark., 2020). 14 klinik çalışmanın incelendiği bir meta analizde; oral yolla, yüksek dozda L. rhamnosus uygulamanın BV'nin tedavisinde anlamlı düzeyde olumlu etki gösterdiği bulunmuştur (Chen ve ark., 2022). Çalışmalarda, BV tedavisinde probiyotiklerin kısa ve uzun vadede olumlu etkileri olduğu gösterilse de etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Husain ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2021).

-Postpartum depresyon ve probiyotikler

Postpartum depresyon; hormonal, biyolojik, genetik yatkınlık, sosyal ve psikolojik faktörler ile doğum sonrasında ortaya çıkan, hem annenin hem de bebeğin sağlığını uzun vadede olumsuz etkileyen, yaygın bir halk sağlığı sorunudur (Carding ve ark., 2015). Birçok faktör ile ilişkili olan depresyon semptomlarını bağırsak mikrobiyotası da etkilemektedir (Naveed ve ark., 2020). Bağırsaklarda bulunan probiyotik mikroorganizmalar, merkezi sinir sisteminde bulunan GABA reseptörü ekspresyonu, HPA ekseni ve bağırsak ortamından merkezi sinir sistemine bilgi ileten vagus siniri aracılığıyla anti-inflamatuvar ve nöro-düzenleyici özellik göstermekte ve ruh halini iyileştirmektedir (Wang ve Kasper, 2014; Carding ve ark., 2015). Klinik araştırmalar; gebelik ve postpartum dönemde verilen belirli probiyotik suşlarının (Lactobacillus rhamnosus HN001 takviyesi), postpartum depresyonun önlenmesinde ve iyileştirilmesinde etkili olduğu, postpartum dönemdeki depresyon ve anksiyete puanlarını düşürebildiğini göstermektedir (Barthow ve ark., 2016; Slykerman ve ark., 2017). Diğer taraftan yapılan bir

çalışma, probiyotiklerin (Lactobacillus rhamnosus HN001, Bifidobacterium animalis ssp. lactis 420 probiyotik) gebelik ve postpartum dönemdeki kadınlarda görülen depresyon üzerinde etkisinin olmadığını bildirmektedir (Hulkkonen ve ark., 2022). Başka bir çalışmada da birden fazla suşu içeren probiyotik karışımının annenin stres düzeyini değiştirmediği bulunmuştur (Browne ve ark., 2021).

-Gestasyonel diyabet ve probiyotikler

Gestasyonel diyabet, gebelik sırasında spontan hipergliseminin geliştiği, yaygın görülen bir gebelik komplikasyonudur (American Diabetes Association, 2018). Gebelikte aşırı ağırlık kazanımı, batı tarzı beslenme, etnisite, genetik polimorfizmler, ileri anne yaşı, aile öyküsü ve polikistik over sendromu varlığı gibi nedenlerle gestasyonel diyabet doğrudan veya dolaylı olarak bozulmuş ß-hücre fonksiyonu veya insülin duyarlılığı ile ilişkilendirilmektedir (Plows ve ark., 2018). Ek olarak gestasyonel diyabet gelişiminin, gebelik sırasında kadının mikrobiyota dengesizliğinden kaynaklanabileceği öne sürülmektedir (Mullins ve ark., 2021).

Gestasyonel diyabeti olan gebelerin bağırsak mikrobiyotası; gestasyonel diyabeti olmayan gebelere kıyasla daha az çeşitlilik göstermektedir (Cortez ve ark., 2019; Mullins ve ark., 2021). Mikrobiyotanın bileşiminin olumlu yönde değişmesinde ve tip 2 diyabete bağlı olarak kötüleşen metabolik parametrelerin iyileştirilmesinde düzenli probiyotik kullanımının etkili olduğu bildirilmektedir (Lye ve ark., 2009). Gestasyonel diyabeti olan gebe kadınlarda probiyotiklerin metabolik parametreler üzerindeki etkisinin incelendiği bir meta analizde; Lactobacillus spp. veya Bifidobacterium spp. içeren probiyotik takviyesinin; insülin direncinde önemli bir azalma sağladığı, açlık kan glukozu ve LDL-kolesterol seviyelerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Taylor ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada, gestasyonel diyabetli hastalarda probiyotik takviyesinin (Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium bifidum, Lactobacillus fermentum) insülin ve inflamasyon düzeyleri, glisemik kontrol, lipit profili, inflamatuvar belirteçler ve oksidatif stres ile ilgili gen ekspresyonu üzerinde faydalı etkilere sahip olduğuna vurgu yapılmıştır (Babadi ve ark., 2019). Diğer taraftan, bazı çalışmalar probiyotik takviyesinin (Lactobacillus rhamnosus ve Bifidibacterium animalis spp lactis) gestasyonel diyabet üzerinde anlamlı etkisinin olmadığına işaret etmektedir (Lindsay, 2015; Callaway ve ark., 2019).

-Meme kanseri ve probiyotikler

Meme kanseri, dünyada en sık görülen kanser türüdür (Sung ve ark., 2021). Meme kanseri gelişiminde; genetik nedenler, menarş yaşının küçük olması, ileri yaş, menopoz sonrası hormon replasman tedavisi almak, oral kontraseptiflerin kullanımı, obezite, depresyon, fazla alkol tüketimi ve kötü beslenme gibi birçok faktör rol oynamaktadır (Akram ve ark., 2017; Sun ve

ark., 2017). Bu faktörlerin etkisini inhibe etmede probiyotik ürünler etkili olabilmektedir (Imani Fooladi ve ark., 2015; Tiptiri-Kourpeti ve ark., 2016). Probiyotiklerin meme kanseri patogenezindeki bazı olası mekanizmaları inhibe ederek tedavide ve önlemede kullanılabileceği ileri sürülmektedir (Tiptiri-Kourpeti ve ark., 2016). Probiyotik ürünlerin fonksiyonel özellikleri arasında, sitotoksisite ve apoptoz özellikleri dolayısıyla hücre ölümünü indükleyerek kanser hücresi proliferasyonunun inhibisyonu yer almaktadır (Imani Fooladi ve ark., 2015; Tiptiri-Kourpeti ve ark., 2016). Meme kanserinde probiyotiklerin rolünü araştıran deneysel bir çalışmada, L. acidophilus'un günlük tüketiminin, immün sistem yanıtını uyarabileceği gösterilmiştir (Imani Fooladi ve ark., 2015). Japonya'da yapılan bir çalışmada; haftada 4 kez ve daha fazla probiyotikli (L. casei Shirota) içecek tüketen katılımcılarda meme kanseri prevalansı daha düşük bulunmuştur (Toi, 2013).

-Jinekolojik kanserler ve probiyotikler

Jinekolojik kanser; kadının üreme organlarından herhangi birinde başlayan kanser olarak adlandırılmaktadır. Serviks, over, uterus, endometrium, vulva ve vajinal kanserler jinekolojik kanser türleri arasında yer almaktadır (Centers for Disease Control and Prevention, 2022).

Serviks kanseri ve probiyotikler: Serviks kanseri, kadınlarda en önemli malignitelerden biridir ve dünya çapında kansere bağlı ölümlerde ön sıralarda yer almaktadır (Olusola ve ark., 2019). Serviks kanserinin gelişmesinde en önemli risk faktörü insan papilloma virüsü (HPV) olup ürogenital sistem mikrobiyotasındaki dengede meydana gelen bozulmadan kaynaklı enfeksiyonun bu bölgede ürediği düşünülmektedir (Morales, 2022).

Serviks kanserinin önlenmesinde, kanser tedavisinde kullanılan terapötik ajanların neden olduğu yan etkileri modüle etmede ve azaltmada probiyotikler etkin rol oynamaktadır (Wang ve ark., 2018; Linn ve ark., 2019). Serviks kanseri olan hastalarda radyasyona bağlı diyarenin önlenmesinde probiyotiklerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Lactobacillus acidophilus LA-5 ile Bifidobacterium animalis subsp. içeren probiyotik takviyesinin, 3 haftanın sonunda diyare semptomları ve insidansında anlamlı derecede azalma sağladığı bulunmuştur (Linn ve ark., 2019). Bir başka çalışmada; Lactobacillus cripatus, Lactobacillus jensenii ve Lactobacillus gasseri suşlarının Caski hücrelerinin proliferasyonunu engellediği ve bazı morfolojik değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir (Wang ve ark., 2018).

Endometrium kanseri ve probiyotikler: Endometrium, overlerde üretilen steroid cinsiyet hormonlarının (östrojen ve progesteron) düzeylerindeki değişikliklere ve lokal faktörlerin salınımına yanıt olarak menstrual döngü sırasında çoğalma ve farklılaşma süreçlerine giren dinamik bir dokudur (Akhtar ve ark., 2019). Endometrium kanserinin gelişmesinde; obezitenin neden olduğu ekzojen ve/veya endojen östrojenler, erken menarş, geç menopoz, tamoksifen

kullanılması, ileri yaş, diabetes mellitus, hipertansiyon ve Lynch sendromu varlığı gibi risk faktörleri etkin rol oynamaktadır (Friberg ve ark., 2007). Ayrıca uterus mikrobiyotasındaki değişiklikler endometrium kanserine yol açabilmektedir (Baker ve ark., 2018). Kronik inflamasyon DNA hasarı, hücre proliferasyonu ve anjiyogeneze yol açan serbest radikal oluşumunu artırarak endometrium kanserini tetikleyici bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Dossus ve ark., 2013). Probiyotiklerin inflamasyon, oksidatif stres, apoptoz, proliferasyon ve metastaz gibi tümör oluşumuyla ilişkili çeşitli biyolojik süreçleri etkileyerek endometrium kanserinin önlenmesinde ve tedavisinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Saber ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada, endometrium mikrobiyotasındaki azalmış mikrobiyal çeşitlilik ile bu hastalığın şiddetinin artması arasında ilişki tespit edilmiştir (Li ve ark., 2021).

-Postmenopozal osteoporoz ve probiyotikler

Önemli bir halk sağlığı sorunu olarak bilinen osteoporoz; düşük kemik kütlesi, kemik dokusunun ve mineral yapısının bozulması ile karakterize ve kemik gücünde azalmaya, dolayısıyla kırık riskinde artışa neden olan bir hastalıktır (NIH, 2001; Cosman ve ark., 2014). Kadınlarda menopoz sonrası östrojen eksikliği nedeniyle normal kemik dengesi bozulup birincil osteoporoz olarak adlandırılan postmenopozal osteoporoz gelişebilir (Ji ve Yu, 2015). Postmenopozal osteoporozu önlemede ve tedavide östrojen tedavisi etkili olmakla birlikte bu tedavi endometriyal, meme ve over kanseri gibi çeşitli kanserlerin riskinde artışa neden olabileceğinden alternatif tedavi yöntemlerine başvurulmaktadır (Simin ve ark., 2017). Probiyotik takviyesinin postmenopozal osteoporoz tedavisinde olumlu etkileri söz konusudur (Collins ve ark., 2017). Yapılan bir çalışma, Lactobacillus reuteri 6475 bakteri suşunun hem bağırsakta hem de kemik iliğinde pro-inflamatuvar ve pro-osteoklastojenik sitokinlerin gen ekspresyonunu sistemik olarak baskılayabildiğini göstermesi açısından önemlidir (Collins ve ark., 2016).

-Polikistik over sendromu ve probiyotikler

Polikistik over sendromu (PKOS), üreme çağındaki kadınları etkileyen en yaygın ve karmaşık endokrin bozukluk olup overlerde androjen biyosentezinde aşırı artış, anovulasyon ve infertilite ile karakterizedir (Teede ve ark., 2018). PKOS; jinekolojik problemlerin yanı sıra hiperinsülinemi, insülin direnci, obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıkların gelişmesine yol açabilmektedir (Li ve ark., 2019). PKOS'un etiyolojisinde hormonal ve metabolik dengesizlik gibi çeşitli faktörler rol oynamaktadır (Giampaolino ve ark., 2018). Ayrıca mikrofloradaki değişikliklerin PKOS gelişmesinde etkili olabileceği bildirilmektedir (Insenser ve ark., 2018; Torres ve ark., 2018). PKOS ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda; PKOS'lu kadınların bağırsak mikrobiyota bileşiminde

özellikle Bacteriodetes, Escherichia, Shigella gibi bazı bakteri türlerinin daha fazla; Lactobacilli ve Bifidobacteria türlerinin önemli derecede az olduğu bildirilmiştir (Guo ve ark., 2016; Insenser ve ark., 2018; Torres ve ark., 2018).

İyileşmenin tam olarak mümkün olmadığı bir hastalık olan PKOS'un tedavi yöntemi (yaşam tarzı müdahaleleri (diyet tedavisi, fiziksel aktivite, uyku), oral kontraseptif kullanımı, vb.) semptomatiktir (Escobar-Morreale, 2018; Szczuko ve ark., 2021). Ayrıca çok sayıda kanıt, PKOS'lu kadınlarda probiyotik takviyesinin metabolik profili olumlu etkilediğini göstermektedir (Ghanei ve ark., 2018; Heshmati ve ark., 2019; Shamasbi ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada, 12 hafta boyunca Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei ile Bifidobacterium bifidum türlerinden oluşan probiyotik takviyesinin PKOS'lu kadınlarda; vücut ağırlığı, beden kütle indeksi (BKİ), kan glukozu, trigliseritler ve kolesterol seviyeleri üzerinde yararlı etkileri olduğu bildirilmiştir (Ahmadi ve ark., 2017). Başka bir çalışmada ise PKOS'u olan kadınlarda çoklu suş probiyotik takviyesi (L.acidophilus UBLA-34, L. rhamnosus UBLR-58, L. reuteri UBLRu-87) ile diyet ve yaşam tarzı değişikliklerinin kadınların menstrual yaşam kalitesinde artış sağladığı, toplam testosteron seviyelerinin, bel çevrelerinin ve bel kalça oranlarının anlamlı derecede azaldığı belirlenmiştir (Kaur ve ark., 2022).

Probiyotiklerin Kadın Sağlığında Kullanımında Sağlık Profesyonelinin Rolü

Kadın sağlığı puberte, gebelik, doğum ve menopoz gibi yaşam evreleri boyunca hormonal, immünolojik ve mikrobiyal dengenin hassas etkileşimiyle şekillenmektedir (Ravel ve ark., 2021). Kadın sağlığının korunması ve üreme sistemi hastalıklarının (**bakteriyel vajinozis**, **kandidiyazis, vb.)** önlenmesinde p**robiyotikler** (**Lactobacillus crispatus**, **Lactobacillus jensenii**, **Lactobacillus rhamnosus**, **Lactobacillus reuteri, vb.)** önemli rollere sahiptir (Chee ve ark., 2020; Miller ve ark., 2020; WHO, 2023). Probiyotik desteği bu hastalıkların tekrarlama riskini azaltmakta, mikrobiyal dengenin yeniden sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Heczko ve ark., 2015; Russo ve ark., 2019). Koruyucu ve önleyici sağlık hizmetleri kapsamında önemli bir yer tutan probiyotik desteğinin verilmesinde, kadınların bu desteği doğru ve etkin bir şekilde kullanmalarının sağlanmasında sağlık profesyonelleri bilgilendirme, eğitim, danışmanlık, bakım, tedavi gibi önemli sorumluluklara sahiptir (Heczko ve ark., 2015; Russo ve ark., 2019; Chee ve ark., 2020; Chen ve ark., 2022; WHO, 2023).

SONUÇ

Probiyotikler, mikrobiyal dengeyi koruyarak, enfeksiyonları önleyerek, hormonal değişimlere bağlı sorunların hafifletilmesini ve bağışıklık sisteminin desteklenmesini sağlayarak kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Gebelik, menopoz gibi kadın sağlığı açısından önemli yaşam evrelerinde probiyotik kullanımı, maternal ve neonatal sağlığın iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Probiyotiklerin kadınlar açısından yararlı olabilmeleri için doğru kullanımı konusunda sağlık profesyonellerine sorumluluk düşmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmadi, S., Jamilian, M., Karamali, M., Taghizadeh, M., Memarzadeh, M. R., & Asemi, Z. (2017). Probiotic supplementation and the effects on weight loss, glycaemic control, lipid profiles, and biomarkers of oxidative stress in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Journal of Functional Foods, 23, 47–53. https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.026

Akhtar, M., Almuhaideb, A., & Alnassar, S. (2019). Endometrial cancer: Molecular markers and management. Current Problems in Cancer, 43(4), 315–324. https://doi.org/ 10.1016/j.currproblcancer.2019.03.001

Akram, M., Iqbal, M., Daniyal, M., & Khan, A. U. (2017). Awareness and current knowledge of breast cancer. Biology and Medicine, 9(2), 1–5.

American Diabetes Association. (2018). Classification and diagnosis of diabetes. Diabetes Care, 41(Suppl 1), S13–S27. https://doi.org/10.2337/dc18-S002

Babadi, M., Khorshidi, A., & Asemi, Z. (2019). The effects of probiotic supplementation on metabolic status in gestational diabetes mellitus: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Diabetes & Metabolic Syndrome, 13(1), 221–225.

Baker, J. M., Chase, D. M., & Herbst-Kralovetz, M. M. (2018). Uterine microbiota: Residents, tourists, or invaders? Frontiers in Immunology, 9, 208. https://doi.org/10.3389/ fimmu.2018.00208

Barthow, C., Wickens, K., Stanley, T., Mitchell, E. A., Maude, R., Abels, P., ... & Crane, J. (2016). The Probiotics in Pregnancy Study (PiPS): Effects of probiotics on maternal mental health during pregnancy and postpartum. EBioMedicine, 20, 159–165.

Bradford, L. L., & Ravel, J. (2017). The vaginal microbiome: A dynamic and evolving landscape. *Nature Reviews Microbiology, 21*(2), 87–102. https://doi.org/10.1038/s41579-022-00817-9

Browne, P. D., Aparicio, M., Alba, C., Hechler, C., Bevilacqua, E., & Stojanovska, L. (2021). Probiotic supplementation during pregnancy or infancy for the prevention of postpartum depression: A randomized controlled trial. Nutrients, 13(4), 1252. https://doi.org/ 10.3390/nu13041252

Callaway, L. K., McIntyre, H. D., Barrett, H. L., Foxcroft, K., Tremellen, A., Lingwood, B. E., ... & Dekker Nitert, M. (2019). Probiotics for the prevention of gestational diabetes mellitus in overweight and obese women: Probiotics in Pregnancy Study. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 220(2), e1–e11.

Carding, S., Verbeke, K., Vipond, D. T., Corfe, B. M., & Owen, L. J. (2015). Dysbiosis of the gut microbiota in disease. Microbial Ecology in Health and Disease, 26(1), 26191. https://doi.org/10.3402/mehd.v26.26191.

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). Gynecologic cancers. Web site: https://www.cdc.gov/cancer/gynecologic/

Chee, W. J. Y., Chew, S. Y., & Than, L. T. L. (2020). Vaginal microbiota and the potential of Lactobacillus derivatives in maintaining vaginal health. Microb Cell Fact., 19(1), 203.

Chen, R., Li, R., Qing, W., Zhang, Y., Zhou, Z., Hou, Y., Shi, Y., Zhou, H. & Chen, M. (2022). Probiotics are a good choice for the treatment of bacterial vaginosis: a meta-analysis of randomized controlled trial. Reproductive Health, 19(1), 137.

Cohen, C. R., Wierzbicki, M. R., French, A. L., Morris, S., Newmann, S., Reno, H., ... & Miller, L. (2020). Randomized trial of Lactin-V to prevent recurrence of bacterial vaginosis. New England Journal of Medicine, 382, 1906–1915. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1915254

Collins, F. L., Rios-Arce, N. D., Schepper, J. D., Parameswaran, N., & McCabe, L. R. (2017). The potential of probiotics as a therapy for osteoporosis. Microbiology Spectrum, 5(4). https://doi.org/10.1128/microbiolspec.BAD-0015-2016

Cortez, R. V., Taddei, C. R., Souza, I. B., Mattar, R., Daher, S., & Torloni, M. R. (2019). Microbiome and gestational diabetes: A systematic review. Diabetes Research and Clinical Practice, 152, 49–59.

Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S., & Lindsay, R. (2014). Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Osteoporosis International, 25, 2359–2381.

Denning, D., Kneale, M., Sobel, J., & Rautemaa-Richardson, R. (2018). Global burden of recurrent vulvovaginal candidiasis: a systematic review. The Lancet Infectious Diseases, 18.

Donders, G. (2010). Diagnosis and management of bacterial vaginosis and other types of abnormal vaginal bacterial flora: a review. Obstetrical & Gynecological Survey, 65(7), 462- 473.

Dossus, L., Rinaldi, S., & Becker, S. (2013). Obesity, inflammatory markers, and endometrial cancer risk. Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention, 22(2), 225–238.

Escobar-Morreale, H. F. (2018). Polycystic ovary syndrome: Definition, aetiology, diagnosis and treatment. Nature Reviews Endocrinology, 14(5), 270–284.

Friberg, E., Mantzoros, C. S., & Wolk, A. (2007). Physical activity and endometrial cancer risk. Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention, 16(5), 983–987.

Ghanei, N., Jamilian, M., Karamali, M., Bahmani, F., & Asemi, Z. (2018). Probiotic supplementation improves glucose metabolism and lipid profiles in women with polycystic ovary syndrome. Journal of Functional Foods, 42, 63–68.

Giampaolino, P., Foreste, V., Di Filippo, C., Gallo, A., Mercorio, A., Serafino, P., ... & De Placido, G. (2018). Microbiome and PCOS: State-of-art and future aspects. International Journal of Molecular Sciences, 20(1), 204.

Guo, Y., Qi, Y., Yang, X., Zhao, L., Wen, Q., & Yan, H. (2016). Association between polycystic ovary syndrome and gut microbiota. PLoS ONE, 11(7), e0159707.

Heczko, P. B., Tomusiak, A., Adamski, P., Jakimiuk, A. J., Stefański, G., Mikołajczyk Cichońska, A., & Strus, M. (2015). Supplementation of standard antibiotic therapy with oral probiotics for bacterial vaginosis and prevention of recurrence. *European Journal of Obstetrics Gynecology and Reproductive Biology, 189*, 72–77. https://doi.org/10.1016/ j.ejogrb.2015.03.030

Heshmati, J., Farsi, F., Sepidarkish, M., Griffiths, M. D., Sadeghian, M., & Ebrahimi, A. (2019). Effects of probiotic supplementation on metabolic parameters among patients with Polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. Journal of Functional Foods, 57, 276- 282. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.002

Hulkkonen, J., Lahti-Pulkkinen, M., Lehto, S. M., Lahti, J., Heinonen, K., Räikkönen, K., & Karlsson, L. (2022). Probiotic supplementation during pregnancy and postpartum depression: A randomized controlled trial. Clinical Nutrition, 41(6), 1383–1390. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.05.024

Husain, S., Allotey, J., Drymoussi, Z., Wilks, M., Fernandez-Felix, B. M., Whiley, A., & Millar, M. (2020). Effects of oral probiotic supplements on vaginal microbiota during pregnancy: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial with microbiome analysis. BJOG : An International Journal of Obstetrics and Gynaecology, 127(2), 275–284.

Imani Fooladi, A. A., Najaran, Z. T., Kholdi, S., Nourani, M. R., & Zavaran Hosseini, A. (2015). Probiotic bacteria and their effect on the expression of apoptotic genes in human breast cancer cells. Journal of Cellular Physiology, 230(4), 696- 704. https://doi.org/ 10.1002/jcp.24806

Insenser, M., Murri, M., Del Campo, R., & Escobar-Morreale, H. F. (2018). Gut microbiota and PCOS. HumGUOan Reproduction Update, 24(4), 416–431.

İlçioğlu, K., Keser, N., & Çınar, N. (2017). Ülkemizde kadın sağlığı ve etkileyen faktörler. Journal of Human Rhythm, 3(3), 113-119.

Ji, M. X., & Yu, Q. (2015). Primary osteoporosis in postmenopausal women. Chronic Diseases and Translational Medicine, 1(1), 9–14.

Kalip, K., & Atak, N. (2018). Bağırsak mikrobiyotası ve sağlık. Turkish Journal of Public Health, 16(1), 58.

Kaur, H., Singh, S., Singh, N., Chauhan, R., Kaur, J., Singh, B., & Singh, G. (2022). Effects of probiotics combined with lifestyle modification on clinical, metabolic, and hormonal parameters in

women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled trial. Journal of Obstetrics and Gynaecology Research, 48(9), 2197–2207. https://doi.org/10.1111/jog.15301
Kennedy, M. A., & Sobel, J. D. (2010). Vulvovaginal candidiasis caused by non-albicans candida species: new insights. Current Infectious Disease Reports, 12(6), 465-470.
Li, Y., Liu, H., He, X., Ma, X., Yang, J., Ma, L., Wang, N., & Yang, Y. (2019). Association of gut microbiota with polycystic ovary syndrome and its therapeutic potential. Journal of Endocrinological Investigation, 42, 1019–1031. https://doi.org/10.1007/s40618-019-01054
Lindsay, K. L., Brennan, L., Kennelly, M. A., Maguire, O. C., Smith, T., Curran, S., ... & McAuliffe, F. M. (2015). Impact of probiotics in women with gestational diabetes mellitus on metabolic health: a randomized controlled trial. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 212(4), 496.e1–496.e11. https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.02.008
Linn, Y. H., Thu, K. K., & Win, N. H. (2019). Probiotics in prevention of radiation-induced diarrhea. Clinical Nutrition, 38(6), 2916–2922.
Lye, H. S., Kuan, C. Y., Ewe, J. A., Fung, W. Y., & Liong, M. T. (2009).The improvement of glucose homeostasis in type 2 diabetic rats using Lactobacillus probiotics. Food Research International, 42(8), 12301236. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.001
Marnach, M. L., Wygant, J. N., & Casey, P. M. (2022). Evaluation and management of vaginitis. In Mayo Clinic Proceedings Elsevier, 97(2), 347-358.
Morales, J. A. P., Marconi, C., El-Zein, M., Ravel, J., da Silva Pinto, G. V., Silveira, R., ... & da Silva, M. G. (2022). Vaginal microbiome components as correlates of cervical human papillomavirus infection. Journal of Infectious Diseases, 226(6), 1084–1097. https://doi.org/ 10.1093/infdis/jiab547
Moreno, I., Codoñer, F. M., Vilella, F., Valbuena, D., Martinez-Blanch, J. F., Jimenez-Almazán, J., ... & Simon, C. (2016). Evidence that the endometrial microbiota has an effect on implantation success or failure. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 215(6), 684–703.
Mullins, T. P., Daly, N., Kilpatrick, S. J., Ge, L., & Tan, H. (2021). The role of the microbiome in gestational diabetes mellitus: A review. Nutrients, 13(10), 3500. https://doi.org/ 10.3390/nu13103500
Muzny, C. A., Łaniewski, P., Schwebke, J. R., & Herbst-Kralovetz, M. M. (2020). Host vaginal microbiota interactions in the pathogenesis of bacterial vaginosis. Current Opinion in Infectious Diseases, 33(1), 59.
Nagpal, R., Tsuji, H., Takahashi, T., Nomoto, K., & Kawashima, K. (2016). Gut microbiota composition in healthy Japanese infants at four months of age: Comparison of formula-fed and breast-fed infants. *Bioscience of Microbiota, Food and Health, 35*(2), 93–103. https://doi.org/10.12938/bmfh.2015-030
Naveed, M., Zhou, Q.-G., Xu, C., Albesher, N., & Zhang, L. (2020).Gut-brain axis and the central nervous system: Associations and therapeutic opportunities in depression. Neuroscience &Biobehavioral Reviews, 119, 386-399. https://doi.org/10.1016/ j.neubiorev.2020.10.001
NIH. (2001). Osteoporosis prevention and treatment. JAMA, 285(6), 785–795.
Olusola, P., Banerjee, H. N., Philley, J. V., & Feldman, J. M. (2019). Cervical cancer: Current and emerging trends in detection and treatment. Cancers, 11(8), 1038. https://doi.org/10.3390/cancers11081038
Peebles, K., Velloza, J., Balkus, J. E., McClelland, R. S., & Barnabas, R. V. (2019). High globalnburden and costs of bacterial vaginosis: a systematic review and meta-analysis. Sexually Transmitted Diseases, 46(5), 304–311.
Plows, J. F., Stanley, J. L., Baker, P. N., Reynolds, C. M., & Vickers, M. H. (2018). Gestational diabetes mellitus: From pathophysiology to clinical care. Physiological Reviews, 98(3), 1407-1426. https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2017
Ravel, J., Brotman, R. M., & Ma, B. (2021). Female reproductive microbiome. Nature Reviews Microbiology, 19, 644–656.
Russo, R., Karadja, E., & De Seta, F. (2019). Evidence-based mixture containing Lactobacillus strains and lactoferrin to prevent recurrent bacterial vaginosis: a double blind, placebo controlled, randomised clinical trial. Beneficial Microbes, 10(1), 19-26.
Saber, A., Granchi, D., & Amadori, D. (2017). Probiotics and their potential role in the prevention and treatment of endometrial cancer: A review. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology, 143(2), 249–257. https://doi.org/10.1007/s00432-016-2283-8

Shamasbi, S. G. Ghanbari-Homayi, S., Shamsi, A., Asghari-Jafarabadi, M., & Najafi, M. (2019). The effect of probiotic supplementation on metabolic status in women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled trial. Archives of Gynecology and Obstetrics, 300(6), 1413–1422. https://doi.org/10.1007/s00404-019-05339-z

Simin, H. Jiang, L., & Xu, Y. (2017). Postmenopausal osteoporosis: Alternatives to hormone replacement therapy. Maturitas, 104, 15–20. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.07.002

Slykerman, R. F., Hood, F., Wickens, K., Thompson, J. M. D., Barthow, C., Murphy, R., ... & Mitchell, E. A. (2017). Effect of Lactobacillus rhamnosus HN001 in pregnancy on postpartum symptoms of depression and anxiety: A randomised double-blind placebo controlled trial. EBioMedicine, 24, 159–165. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.09.013

Sun, Y.-S., Zhao, Z., Yang, Z.-N., Xu, F., Lu, J-H., Zhu Y-Z., ….. & Zhu P-H. (2017). Risk factors and prevention strategies for breast cancer. Oncotarget, 8(60), 102966–102983. https://doi.org/10.18632/oncotarget. 19177

Szczuko, M., Kikut, J., Komorniak, N., Ziętek, M., Szydłowska, I., & Nawrocka-Rutkowska, J. (2021). The role of diet and nutrients in improving polycystic ovary syndrome (PCOS): Updated review. Nutrients, 13(11), 3924. https://doi.org/10.3390/nu13113924

Taylor , B. L., Woodfall, G. E., Sheedy, K. E., O'Riley, M. L., Rainbow, K. A. Bramwell, E. L., & Kellow, N. J. (2017). Effect of probiotics on metabolic outcomes in pregnant women with gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrients, 9(5), 461.

Teede, H., Misso, M., Costello, M., Dokras, A., Laven, J., Moran, L., ... & Norman, R. (2018). International evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. Human Reproduction, 33(9), 1602-1618. https://doi.org/ 10.1093/humrep/dey256

Tiptiri-Kourpeti, A., Spyridopoulou, K., Santarmaki, V., Aindelis, G., Tompoulidou, E., Lamprianidou, E. E., ... & Chlichlia, K. (2016). Lactobacillus casei exerts anti-proliferative effects accompanied by apoptotic cell death and up-regulates TRAIL in colon cancer cells. Plos One, *11*(2), e0147960. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141646

Toi, M. (2013). Probiotic beverage intake reduces breast cancer risk. Breast Cancer Research, 15(Suppl 1), 1–2.

Torres, P. J., Siakowska, M., Bedenbaugh, M., Oftedal, T., Aghajanova, L., Wong, A. M., Field, S., & Kelley, T. (2018). Gut microbial diversity in women with polycystic ovary syndrome correlates with hyperandrogenism. Plos One, 13(1), e0197153. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197153

Vladareanu, R., Boiculese, M., Rusu, A., Zavtam, F., & Mardare, L. (2018). Oral use of Lactobacillus plantarum P17630 in women with recurrent vulvovaginal candidiasis. Gineco.eu, 14(1), 25–31.

Wang, H., Kasper, L.H. (2014). The microbiome and neuropsychiatric disorders. Current Opinion in Neurobiology, 25, 21–28.

Wang, Y., Xue, T., Akthar, M., & Liu, X. (2018). Lactobacillus strains inhibit cervical cancer cell growth by modulating apoptosis and cell cycle. Journal of Applied Microbiology, 125(1), 1–10. https://doi.org/10.1111/jam.13743

Workowski, K. A., Bachmann, L. H., Chan, P. A., Johnston, C. M., Muzny, C. A., Park, I., Reno, H., Zenilman, J. M., & Bolan, G. A. (2021). Sexually transmitted infections treatment guidelines. MMWR Recomm Rep., 70(4), 1.

World Health Organization. (2023). *Guidelines on probiotics in human health*. WHO Press. Web Site: https://www.who.int/publications/i/item/9789240038342

Zangl, I., Pap, I. J., Aspöck, C., & Schüller, C. (2019). The role of Lactobacillus species in the control of Candida via biotrophic interactions. Microb Cell, 7(1), 1-14.

Zhang, Y., Lyu, J., Ge, L., Huang, L., Peng, Z., Liang, Y., Zhang, X., & Fan, S. (2021). Probiotic Lacticaseibacillus rhamnosus GR-1 and Limosilactobacillus reuteri RC-14 as an adjunctive treatment for bacterial vaginosis do not increase the cure rate in a Chinese cohort: a prospective, parallel-group, randomized, controlled study. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 11, 669901.

Zhou, Z.W., Long, H.Z., Cheng, Y., Luo, H.Y., Wen, D.D., & Gao, L.C. (2021). From microbiome to inflammation: the key drivers of cervical cancer. Frontiers in Microbiology 12, 767931.

VAJİNAL MİKROBİYATANIN KADIN SAĞLIĞINDA ÖNEMİ

Ebe Emine Nur DAĞ
Aksaray Merkez Taşpınar Aile Sağlığı Merkezi, Merkez. Aksaray, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-7436-8287
Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, 58140 Kampus, Sivas, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2258-7757

ÖZET

Kadın sağlığı açısından, vajinal mikrobiyotanın korunması ve desteklenmesi, hem bireysel hem de toplum sağlığı açısından kritik önemdedir. Vajinal mikrobiyota, kadın genital sisteminin mikrobiyal ekosistemini oluşturur ve kadın sağlığının korunmasında kilit rol oynar. Sağlıklı vajinal mikrobiyotada başta Lactobasil türleri olmak üzere, yararlı bakteriler baskındır. Laktobasiller temel olarak laktik asit üreterek vajen PH'sını düşürür, mikrobiyotanın sabit ve stabil kalmasını sağlar. Laktobasiller ayrıca, hidrojen peroksit üreterek, bakteriyosinler denen antimikrobiyal bileşikler sentez ederek ve patojen mikroorganizmaların vajinal epitele tutunmasını engelleyerek enfeksiyonları önler. Sağlıklı mikrobiyatayı etkileyen çok sayıda faktör (cinsel aktivite, antibiyotik kullanım durumu, oral kontrasif kullanımı, vajinal duş, menopoz, genetik, gebelik, kronik hastalıklar, menstrüasyon kanaması, vb.) yer almakta olup homeastazı etkileyerek sağlıksız duruma yani disbiyozise neden olabilmektedirler.

Disbiyozis durumu çeşitli sorunlarla (bakteriyel vajinozis, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, preterm doğum, düşük, infertilite, pelvik inflamatuar hastalık, vb.) ilişkilidir. Lactobacillus dominant mikrobiyota; enfeksiyonlardan korunma, bağışıklık sistemi dengesi, fertilite, gebelik süreci ve doğum sonuçları açısından oldukça kritiktir. Çok sayıda yararı olan sağlıklı vajinal mikrobiyotanın sağlanması ve korunmasında ebe ve hemşire çok önemli bir role sahiptir. Ancak literatürde doğrudan vajinal mikrobiyatanın kadın sağlığında önemine değinen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda vajinal mikrobiyatanın kadın sağlığında önemi konusunda bilimsel kanıtlar ışığında güncel literatür doğrultusunda hazırlanan bu çalışmanın sağlık çalışanlarına yön gösterici olabileceği ve literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vajinal mikrobiyota, Kadın sağlığı, Sağlık profesyoneli, Lactobacillus

THE IMPORTANCE OF VAGINAL MICROBIOTA IN WOMEN'S HEALTH

ABSTRACT

For women's health, protecting and supporting the vaginal microbiota is critical for both individual and public health. The vaginal microbiota constitutes the microbial ecosystem of the female genital tract and plays a key role in maintaining women's health. Beneficial bacteria, particularly Lactobacilli species, predominate in a healthy vaginal microbiota. Lactobacilli primarily produce lactic acid, lowering vaginal pH, maintaining a stable microbiota. Lactobacilli also prevent infections by producing hydrogen peroxide, synthesizing antimicrobial compounds called bacteriocins, and inhibiting the attachment of pathogenic microorganisms to the vaginal epithelium. Numerous factors influence healthy microbiota (sexual activity, antibiotic use, oral contraceptive use, vaginal douching, menopause, genetics, pregnancy, chronic diseases, menstrual bleeding, etc.), which can affect homeostasis and lead to an unhealthy state, or dysbiosis.

Dysbiosis is associated with various problems (bacterial vaginosis, sexually transmitted infections, preterm birth, miscarriage, infertility, pelvic inflammatory disease, etc.). Lactobacillus-dominant microbiota is critical for infection protection, immune system balance, fertility, pregnancy, and birth outcomes. Midwives and nurses play a crucial role in maintaining and maintaining a healthy vaginal microbiota, which offers numerous benefits. However, no studies have been found in the literature directly addressing the importance of vaginal microbiota in women's health. Therefore, this study, prepared in line with current scientific evidence on the importance of vaginal microbiota in women's health, is believed to be a guide for healthcare professionals and contribute to the literature.

Keywords: Vaginal microbiota, Women's health, Health professional, Lactobacillus

GİRİŞ

Mikrobiyota, insanın **metabolik ve fizyolojik işlevlerinin sürdürülmesi** açısından hayati öneme sahiptir. Vücudun çeşitli bölgelerinde (bağırsak, deri, ağız, vajina vb.) bulunan metabolik ve fizyolojik işlevleri yerine getirilebilmesi için elzem olan bakteri topluluğunu ifade eden mikrobiyata **kommensal, simbiyotik ve patojenik mikroorganizmaların** oluşturduğu ekosistemi tanımlar (Kabaran, 2016; Edwards, 2017; Güney ve Çınar, 2017; Mutic ve ark., 2017). Mikrobiyota kavramı insan sağlığını yalnızca enfeksiyonlardan korunma düzeyinde değil, aynı zamanda metabolik denge, bağışıklık sistemi modülasyonu, gebelik ve doğum süreçleri gibi geniş bir biyolojik yelpazede etkilemektedir (Brotman, 2011; Anahtar ve ark., 2018).

Kadın sağlığı açısından, vajinal mikrobiyotanın korunması ve desteklenmesi, hem bireysel hem de toplum sağlığı açısından kritik önemdedir. Kadın vücudundaki mikrobiyota; **genital enfeksiyonların önlenmesi, fertilizasyon başarısı, gebelik sonuçları**, doğum sonu dönem ve yenidoğan sağlığı için son derece önemlidir (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Vajinal mikrobiyotanın bozulması, yani **vajinal disbiyozis**, kadını **cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlara (CYBE)** karşı daha savunmasız hale getirmekte (Brotman, 2011) ve gebelikte **erken doğum riskini artırmaktadır** (Anahtar ve ark., 2018). Vajinal mikrobiyatanın, kadın sağlığı açısından çok sayıda yararı mevcuttur (Brotman, 2011; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Anahtar ve ark., 2018). Ancak bu duruma karşın literatürde doğrudan vajinal mikrobiyatanın kadın sağlığında önemine değinen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda vajinal mikrobiyatanın kadın sağlığında önemi konusunda bilimsel kanıtlar ışığında güncel literatür doğrultusunda hazırlanan bu çalışmanın sağlık çalışanlarına yön gösterici olabileceği ve literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Vajinal Mikrobiyota

Mikrobiyal türler, vücudun farklı anatomik bölgelerinde farklı koloniler oluşturur; hatta bağırsak sisteminin farklı bölümlerinde bile mikrobiyal yoğunluk ve çeşitlilik değişiklik göstermektedir (Brown ve ark., 2013; Kamada ve ark., 2013). Bağırsak, deri, ağız ve vajina gibi bölgelerde **konak organizma ile simbiyotik bir denge** içinde yaşayan mikrobiyal hücrelerin insan vücudunda yaklaşık **110 trilyon** olduğu tahmin edilmektedir (Aslan ve Yardıncı, 2017). Bağırsak mikrobiyotası, insan vücudunun sindiremediği yiyecekleri sahip olduğu enzimler ile sindirerek ulaşamayacak durumda olduğumuz besinlere ulaşmamızı sağlamaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının sağlık ve hastalık üzerindeki etkisi iyi tanımlanmış olmasına rağmen, vajinal mikrobiyotanın işlevi tam olarak bilinmemektedir (Martens ve ark., 2011).

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile birlikte vajinal mikrobiyota daha detaylı incelenebilmektedir (Muzny ve Schwebke, 2016; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Güncel bir konu olarak bilinmeyenleri (bileşimi, çeşitliliği, sağlık, üreme fonksiyonları ve hastalık süreçleri üzerindeki etkileri, vb.) çok olan vajinal mikrobiyota; bakteri, virüs, arke, mantar ve protozoa gibi mikroorganizmaların karmaşık bir topluluğundan oluşmaktadır (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Chen ve ark., 2022). Sağlıklı bir vajinal mikrobiyotanın en temel bakteri kolonileri Laktobasiller'dir (Acarkan, 2016; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017).

Sağlıklı vajinal mikrobiyotanın neredeyse sadece Lactobacillus cinsindeki az sayıdaki türden (Lactobacillus jensenii, Lactobacillus gasseri, Lactobacillus crispatus, Lactobacillus iners) oluştuğu düşünülmektedir (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Laktobasiller temel olarak laktik asit üreterek vajen PH'sını düşürür ve mikrobiyotanın sabit ve stabil kalmasını sağlar. Laktobasiller

ayrıca, hidrojen peroksit üreterek, bakteriyosinler denen antimikrobiyal bileşikler sentez ederek ve patojen mikroorganizmaların vajinal epitele tutunmasını engelleyerek enfeksiyonları önler. Vajen mikrobiyotasının sahip olduğu bu dengenin bozularak bakteri çeşitliliğin artması disbiyozis olarak adlandırılmaktadır (Acarkan, 2016; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Sağlıklı mikrobiyatayı etkileyen çok sayıda faktör (cinsel aktivite, antibiyotik kullanım durumu, oral kontrasif kullanımı, vajinal duş, menopoz, genetik, gebelik, kronik hastalıklar, menstrüasyon kanaması, vb.) yer almakta olup homeastazı etkileyerek sağlıksız duruma yani disbiyozise neden olabilmektedirler (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017).

Vajinal Mikrobiyotayı Etkileyen Faktörler

Servikovajinal mikrobiyomun homeostazı vajinal epitel, mukus tabakası ve bağışıklık sistemi arasındaki dinamik etkileşim yoluyla korunmaktadır (Barrientos-Durán ve ark., 2020). Vajinal epidel dokunun sürekli yenilenmesi, değişen glikojen miktarları, pH değişiklikleri ve ekzojen mikroplar nedeniyle vajinal mikrobiyata da stabil bir ortam olmayıp sürekli bir sirkülasyon mevcuttur (Hickey ve ark., 2012). Vajinal mikrobiyotanın bileşimi, vajinal sağlığının belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Chee ve ark., 2020). Vajinal mikrobiyota bileşimi bireyler arasında büyük ölçüde farklılık gösterebilmekte ve bu farklılıklar çeşitli etkenlerden (vajinal duş uygulamaları, antibiyotik kullanımı vb.) kaynaklanabilmektedir (Muzny ve Schwebke, 2016; Gupta ve ark., 2017; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Dündar ve Özsoy, 2018; Nelson ve ark., 2018; Noyes ve ark., 2018). Vajinal mikrobiyota, kadının yaşam döngüsü boyunca hormonal, çevresel, davranışsal ve fizyolojik pek çok faktörden etkilenmektedir. Mikrobiyatayı etkileyen fakörler arasında; ırk-etnik durum, gen çevre etkileşimleri, stres, cinsel aktivite, antibiyotik kullanım durumu, oral kontrasif kullanımı, vajinal duş, menopoz, gebelik, emzirme, diabetüs mellitus gibi kronik hastalıklar ve menstrüasyon kanaması yer almaktadır (Ravel ve ark., 2021).

Hormonal faktörler: Vajinal mikrobiyotanın şekillenmesinde özellikle östrojen önemli bir role sahiptir. Östrojen, vajinal epitelin glikojen üretimini artırarak Lactobacillus türlerinin gelişimini desteklemektedir (Anahtar ve ark., 2018). Östrojen vajinal hücrelerin proliferasyonuna neden olarak hücrelerde daha fazla glikojen depolanmasını sağlar. Yıkılan glikojen laktik asit oluşumuna neden olur. Bu mekanizma vajenin PH'ını 3.5-4.5 arasında tutarak, Laktobasillerin artışını uyarırken, patojen mikroorganizmaların epitele yerleşmesine engel olur ve çoğalmasını engeller (Ceccarani ve ark., 2019). Puberte öncesi, menopoz ve doğum sonu dönemde vajinal mikrobiyotada meydana gelen bakteriyel disbiyozisin nedeni östrojenin vajinal epitel üzerindeki bu etkisi ile açıklanmaktadır. Hatta menstrüasyonun farklı aşamalarında meydana gelen mikrobiyal değişimin sorumlusunun da östrojen ve progesteron

arasında meydana gelen dalgalanma olduğu belirtilmektedir (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Menopozda, östrojen düzeyinin azalması ile Laktobasil sayısı azalır, vajen PH'sı artar ve vajinal mikrobiyotanın bakteri çeşitliliği artar. Bu nedenle menopoz döneminde kadın vajinal enfeksiyonlara açık hale gelir (Acarkan, 2016; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017).

Vajinal mikrobiyotanın şekillenmesinde önemli olan bir diğer faktör de hormonal tedavidir. Kombine oral kontraseptifler (KOK) ve sadece progestin içeren enjektabıl kontraseptifler, premenopozal kadınlarda Laktobasil kolonizasyonunu artırma ile ilişkili bulunmuştur (van de Wijgert ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda KOK kullanan kadınların servikovajinal mikrobiyotasının birbirinden oldukça farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Borgdorff ve ark., 2015; Roxby ve ark., 2016). Postmenopozal kadınlarda da, oral östrojen hormonal replasman tedavisinin vajinal Laktobasil kolonizasyonunun artışı ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Dominguez-Bello ve ark., 2016).

Irk: Vajinal mikrobiyotada Laktobasiller hakim olup kadınlardaki oranı ırklara göre farklılık göstermektedir (Anahtar ve ark., 2018). Vajinal bakterilerde ırksal ve coğrafi farklılıklara neden olan faktörler tam olarak bilinmemekle birlikte beyaz kadınların %90'ının, Asyalı kadınların %80'inin, İspanyol ve siyah kadınların %60'ının ve Güney Afrikalı kadınların sadece % 37'sinin vajinal mikrobiyotasında Laktobasillerin hakim olduğu bulunmuştur (Jespers ve ark., 2014; Anahtar ve ark., 2018).

Yaş: Vajinal mikrobiyota yapısı yaşa bağlı olarak değişim gösterir. Yenidoğanlarda annenin doğum kanalındaki mikrobiyota etkili olurken, puberte döneminde artan östrojen düzeyleri ile Lactobacillus kolonizasyonu güçlenir (Chen ve ark., 2021).

Menstrüel döngü: Menstrüel döngü süresince pH değişiklikleri ve hormon dalgalanmaları, mikrobiyal çeşitliliği etkiler. Özellikle menstrüasyon sırasında artan pH, anaerob bakterilerin geçici olarak çoğalmasına neden olabilir (Ravel ve ark., 2021).

Cinsel ilişki: Cinsel ilişki vajinal mikrobiyotayı olumsuz etkileyen diğer bir faktördür. Vajinal mikrobiyotada Laktobasillerin azalmasına neden olabilmektedir (Bradshaw ve ark., 2013; Jespers ve ark., 2014).

Seksüel davranışlar: Çoklu cinsel partner, korunmasız cinsel ilişki ve vajinal duş uygulamaları vajinal mikrobiyotanın dengesini bozabilir (Vodstrcil ve ark., 2017).

Doğum şekli: Doğum şekli, özellikle sezaryen doğum, yenidoğanın mikrobiyota yapısında önemli farklar yaratmaktadır. Vajinal doğumla dünyaya gelen bebekler annenin vajinal mikrobiyotasına benzer bir mikrobiyal profile sahip olurken, sezaryen doğumla doğan bebeklerde deri florasına benzer bir mikrobiyota gelişmektedir (Dominguez-Bello ve ark., 2016).

Antibiyotik kullanımı: Antibiyotiklerin uzun süreli veya kontrolsüz kullanımı, Lactobacillus türlerinin azalmasına ve bakteriyel vajinozis gibi disbiyotik durumların ortaya çıkmasına neden olabilir (Bradford ve Ravel, 2023).

Hijyen alışkanlıkları: Vajinal duş, parfümlü sabunlar ve deterjanların kullanımı gibi hijyen alışkanlıkları vajinal pH'ı artırarak patojen bakterilerin çoğalmasına ortam hazırlar (Mirmonsef ve ark., 2016).

Gebelik ve doğum sonu dönem: Gebelikte hormonal ve immünolojik değişimler, vajinal mikrobiyotanın daha stabil hale gelmesine neden olur. Bu dönemde L. crispatus baskınlığı artarken, patojen türlerin oranı azalır. Ancak doğum sonrası dönemde hormonal düşüşle birlikte bu denge yeniden bozulabilir ve enfeksiyon riski artabilir (Kindinger ve ark., 2017).

Beslenme: Beslenme vajinal mikrobiyota üzerinde dolaylı etki göstermekte olup liften zengin, prebiyotik ve probiyotik içerikli beslenme biçimleri, hem bağırsak hem de vajinal mikrobiyotanın sağlıklı dengesini desteklemektedir (Huang ve ark., 2021).

Sigara kullanımı: Sigara içen kadınlarda vajinal disbiyozis gelişme riski yükselmektedir (Cherpes ve ark., 2003). Sigara kullanımı, stres ve yetersiz uyku gibi yaşam tarzı faktörleri mikrobiyal dengeyi olumsuz etkileyebilir (Brotman ve ark., 2018). Sigara içen kadınların servikal mukuslarında içmeyenlerden farklı metabolitler bulunduğu, vajinal mikrobiyotalarında Lactobasil prevalansının azaldığı ve bakteriyel Vajinozis gelişme riskinin arttığı saptanmıştır (Brotman ve ark., 2014). Ayrıca sigara içen kadınların vajinasında ortaya çıkan metabolitler patojen mikroorganizmaların çoğalmasına ve kötü kokuya neden olmaktadır (Nelson ve ark., 2018).

Erkek sünneti: Erkek sünneti vajinal disbiyozisi %40 oranında azaltmaktadır (Gray ve ark., 2009).

Vajinal Mikrobiyotanın Kadın Sağlığına Etkileri

Mikrobiyotadaki denge, hem üreme sağlığının korunmasında hem de enfeksiyonlara karşı dirençte kritik bir rol oynamaktadır (Ravel ve ark., 2021). Vajinal mikrobiyotayı etkileyen faktörler vajinal ekosistemin stabilitesini belirlemekte ve homeastazı etkilemektedir. Vajinal mikrobiyotada çok sayıda birbirinden farklı bakteri bulunması vajinal enfeksiyonlara yatkınlığı artırabilmektedir (Ravel ve ark., 2011; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Anahtar ve ark., 2018). Vajinal ekosistemin bozulması bakteriyel vajinoz (BV), cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar (CYBE) ve vulvovajinal kandidiyazis (VVK) gibi enfeksiyonlara neden olabilmektedir (Chee ve ark., 2020). Vajinadaki mikrobiyal toplulukların bozulması gebelik kaybı, erken doğum ve abortus, infertilite gibi kötü obstetrik sonuçlar ve ciddi jinekolojik sorunlara yol açabilmektedir (Anahtar ve ark., 2018).

Bakteriyel Vajinoz (BV) ve Mikrobiyota

Vajinal mikrobiyotada çok sayıda birbirinden farklı bakteri bulunması vajinal enfeksiyonlara yatkınlığa neden olabilmektedir (Ravel ve ark., 2011; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Anahtar ve ark., 2018). Bakteriyel vajinoz (BV), bakteriyel disbiyozisin en iyi tanımlanmış örneğidir ve üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen vajinal bozukluktur (Chee ve ark., 2020). BV, vajinal mikrobiyotada Lactobacillus türlerinin azalması, Gardnerella vaginalis ve Atopobium vaginae gibi anaerob bakterilerin artışıyla karakterizedir (Anahtar ve ark., 2018). Klinik olarak vajinal akıntı, balık kokusu, tahriş ve artmış vajinal pH (>4.5) ile kendini gösterir (Ravel ve ark., 2011; Brotman ve ark., 2014; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017; Torcia, 2019). BV'nin klinik önemi yalnızca semptomlarla sınırlı değildir; koryoamniyonit, spontan düşük, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, postpartum endometrit ve CYBE'ye (HSV-2, HPV, HIV, vb.) duyarlılıkta artış gibi ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Fethers ve ark., 2008; Brotman, 2011; Barrientos-Durán ve ark., 2020).

Cinsel Yolla Bulaşan Hastalıklar ve Mikrobiyota

Lactobacillus baskınlığı kaybolan, vajinal mikrobiyota çeşitliliği yüksek olan kadınlarda vajinal mikrobiyal topluluklar CYBE, insan papilloma virüsü (HPV), insan immün yetmezlik virüsü (HIV) ve pelvik inflamatuvar hastalık (PID) riskini artırmaktadır (Gosmann ve ark., 2017; Barrientos-Durán ve ark., 2020). Bu durumun temelinde spesifik bakteriyel toplulukların bağışıklık yanıtını ve mukozal bariyer bütünlüğünü olumsuz etkilemesi yatmaktadır (Brotman, 2011; Barrientos-Durán ve ark., 2020). Yapılan çalışmalar vajinal mikrobiyota çeşitliliği yüksek olan kadınların CYBE'ye (Trichomonas vaginalis, Neisseria gonorrhoeae, Chlamydia trachomatis, vb.) yakalanma şansının 1.5–4 kat daha fazla olduğuna vurgu yapmaktadır (Brotman ve ark., 2011; Gosmann ve ark., 2017; Dahoud ve ark., 2019). Ayrıca mevcut enfeksiyonlar (BV, HSV-2, vb.) kadınların diğer enfeksiyonlara yakalanma riskini yükseltebilmektedir (Esber ve ark., 2015; Abbai ve ark., 2018). Esber ve arkadaşları (2015), BV'li kadınlarda HSV-2 gelişme riskinin %32–60 oranında arttığını saptamıştır. Güney Afrika'da yapılan geniş ölçekli bir başka çalışmada (n=2750) ise HSV-2 enfeksiyonu olan kadınlarda BV sıklığının arttığı; özellikle genç, bekar ve çok partnerli kadınların yüksek risk grubunu oluşturduğu belirlenmiştir (Abbai ve ark., 2018).

Fertilite ve Mikrobiyota

Fertilite ve mevcut gebeliğin sağlıklı şekilde devam etmesinde baskın türün Lactobacillus cinsine ait olması kritik bir öneme sahip olup enfeksiyon varlığı, infertilite sorunları ve Lactobacillus türlerinin dominantlığı arasında güçlü bir ilişki söz konusudur (Kroon ve ark., 2018). Lactobacillus dominant vajinal flora, genel olarak olumlu obstetrik sonuçlarla

ilişkilendirilmektedir (Anahtar ve ark., 2018). Üreme çağındaki kadınların vajinal mikrobiyotasında en az beş Lactobacillus türü bulunduğu; bunlardan dördünün laktik asit sentezinde görev aldığı, birinin ise anaerobik türlerden oluştuğu belirtilmiştir (Ravel ve ark., 2011). Mukozal bağışıklığın sürdürülmesine katkı sağlayan ve vajinal pH'ı düşürerek patojenlerin çoğalmasını engelleyen laktik asit üretimine (Reid ve ark., 2011) karşın Lactobacillus türlerinin dominant olmadığı durumlarda vajinal mikrobiyotada görülen bazı türler, konakçı mukozasında bozulmalara ve immünolojik yanıtların artmasına neden olarak enfeksiyonlara yatkınlığı, infertiliteyi ve preterm doğum riskini artırabilmektedir (O'Hanlon ve ark., 2013).

İnfertilite ve enfeksiyonlar arasında pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur (Haahr ve ark., 2016; Tamarelle ve ark., 2018). Haahr ve arkadaşları (2016), BV'li olgularda anormal mikrobiyota oranının %93'e ulaştığını, Tamarelle ve arkadaşları (2018) ise vajinal mikrobiyota da yer alan patojenler (HPV, Chlamydia trachomatis, Neisseria gonorrhoeae, Mycoplasma genitalium) ile pelvik inflamatuar hastalık (PIH) geliştiğini ve bunların sonucunda da infertilite riskinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Atopobium vaginae gibi gram pozitif anaerobların varlığı, tuba faktörüne bağlı infertiliteyle ilişkili bulunmuştur (Geißdörfer ve ark., 2003). Semen mikrobiyotası incelendiğinde ise Bacteroidetes türlerinin sperm motilitesiyle negatif, Alphaproteobacteria türlerinin ise embriyo kalitesiyle pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Štšepetova ve ark., 2020).

Vajinal ve servikal mikrobiyota, in vitro fertilizasyon (IVF) tedavilerinin başarısı üzerinde önemli etkiye sahiptir (Anahtar ve ark., 2018). Moore ve arkadaşlarının (2000) yaptığı çalışmada, embriyo transferi sırasında kateter üzerinde hidrojen peroksit üreten laktobasillerin kültürlenmesi durumunda canlı doğum oranının %88'e ulaştığı; Streptococcus viridans varlığında bu oranın %7'ye düştüğü saptanmış olup vajinal kültürde bakteri saptanmayan vakalarda ise başarı oranı %26 olarak bildirilmiştir. Pelzer ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan deneysel çalışmada, IVF tedavisi gören kadınlardan alınan foliküler sıvı örneklerinde Lactobacillus varlığının embriyo olgunlaşması ve transfer başarısıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, Propionibacterium, Streptococcus, Actinomyces, Staphylococcus ve Bifidobacterium gibi türlerin, oosit veya embriyo kalitesini olumsuz etkileyebilecek toksik metabolitler ürettiğine ve implantasyon başarısızlığına neden olabileceğine vurgu yapılmıştır (Pelzer ve ark., 2013). IVF sırasında disbiyozisin probiyotik ve antibiyotiklerle tedavi edilmesinin gebelik oranlarına etkisi konusunda çelişkili bulgular bulunmaktadır (Gilboa ve ark., 2005; Kaye ve ark., 2017). Gilboa ve arkadaşları (2005) tarafından yürütülen küçük ölçekli bir çalışmada, vajinal yolla verilen tek doz Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium bifidum

ve B. longum içeren probiyotik uygulamasının IVF sonuçlarını anlamlı olarak iyileştirmediği bildirilmiştir.

Gebelik ve Mikrobiyota

Vücudumuza ilk mikroorganizma aktarımı intrauterin dönemde olmakta ve her birey daha sonra gelişip hayati işlevler yerine getirecek olan bir mikrobiyota ile dünyaya gelmektedir (Kashtanova ve ark., 2016; Alkan, 2017; Aslan ve Yardıncı, 2017; Edwards, 2017; Yetkin, Yetiş, ve Satış, 2017; Anahtar ve ark., 2018). Prenatal dönemde yapılan incelemeler plasenta, amniyotik mayi ve kord kanında bakteriler bulunduğunu göstermiştir. Doğum sonu dönemde de bebeğin mekonyumunda bakteri varlığı tespit edilmiştir. Bu bakterilerin kaynağının plasenta olduğu düşünülmektedir (Holmes ve ark., 2012; Aslan ve Yardıncı, 2017; Mutic ve ark., 2017; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Anneden bebeğe intrauterin yaşamda geçmeye başlamış olan mikrobiyota aktarımı doğum eylemi ve emzirme döneminde de devam etmektedir (Alkan, 2017).

Gebelikteki vajinal mikrobiyom, hem anne hem de yenidoğan sağlığı açısından önemli rol oynar. Gebelikte, vajinanın bakteri kolonizasyon yapısında, çoğunlukla L. Crispatus, L. Jensenii ve Lactobasil türlerinin baskın olduğu bir ortam bulunmaktadır. Bu vajinal mikrobiyom, patojen bakterilerin büyümesini engellemekte ve laktik asit gibi metaboliklerin üretilmesiyle vajen pH'ını 6'nın altında tutmaktadır. Gebelikte annenin sahip olduğu sağlıklı mikrobiyotanın fetüse aktarılması fetüs sağlığı için çok önemli olmakla birlikte, annedeki disbiyosiz birçok gebelik komplikasyonuna neden olabilmektedir (Barrientos-Durán ve ark., 2020). Yapılan çalışmalar gebelikte disbiyosiz durumunda preterm eylem (DiGiulio ve ark., 2015; Anahtar ve ark., 2018) ve infertilite riskinin arttığını göstermektedir (Pelzer ve ark., 2013; Machado ve ark., 2016). Bakteriyel disbiyozisin 34. gebelik haftasından önce tanılanması preterm doğum riskini 5 kat, 16. haftadan önce tanılanması 7 kat arttırmaktadır (Barrientos-Durán ve ark., 2020).

Doğum Şekli ve Mikrobiyota

Doğum şekli, erken mikrobiyal kolonizasyonun yönünü, yenidoğan mikrobiyotasını belirleyen en kritik faktörlerden biri olup, yaşamın ilk üç yılı içinde erişkin mikrobiyotasına benzer bir dengeye ulaşır ve bu denge yaşlılık dönemine kadar büyük ölçüde korunur (Yatsunenko ve ark., 2012). Vajinal yolla doğan bebekler annenin çok çeşitli vajina ve bağırsak bakteri kolonizasyonlarına, sezaryen ile dünyaya gelen bebekler annenin cilt ve hastane ortamı mikrobiyotasına maruz kalırlar (Dominguez-Bello ve ark., 2016; Edwards, 2017; Iozzo ve Sanguinetti, 2018). Vajinal doğum yenidoğan bağırsağında Lactobacillus ve Prevotella bakterilerinin zengin koloniler oluşturmasını sağlarken, sezaryen ile doğan bebeklere

Staphylococcus, Corynebacterium ve Prepionibacterium gibi annenin cilt bakterileri aktarılır (Kashtanova ve ark., 2016; Aslan ve Yardıncı, 2017; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Bu durum vajinal ve sezaryen doğumla dünyaya gelen bebeklerin mikrobiyotaları arasında belirgin bir şekilde önemli farklılıklar bulunmasına neden olabilmektedir (Azad ve ark., 2013; Dominguez-Bello ve ark., 2016; Edwards, 2017; Iozzo ve Sanguinetti, 2018).

Sezaryenle doğan bebeklerde Lactobacillus türlerinin düşük oranda bulunması, yenidoğanın bağırsak laktobasil kaynağının anal mikrobiyotadan ziyade maternal vajinal mikrobiyotadan geçtiğini göstermektedir (Salah ve ark., 2013; Nagpal ve ark., 2016). Dominguez-Bello ve arkadaşları (2016), yaptıkları çalışmada doğum şekline göre vajinal sıvıya maruz bırakılan sezaryen ile doğum yapılan bebeklerin mikrobiyalarının vajinal doğumla doğanlara benzerlik gösterdiğine dikkat çekmektedir. Ayrıca sezaryen doğumda cerrahi sonrası enfeksiyon riskini azaltmak için uygulanan antibiyotikler, plasenta aracılığıyla fetüse geçerek hem anne hem de fetüste mikrobiyota transferini olumsuz etkileyebilmektedir (Rigon ve ark., 2012; Smaill ve Grivell, 2014).

Emzirme, özellikle erken dönemde Bifidobacterium kolonizasyonunu destekleyerek sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotasının oluşumuna katkı sağlar. Bu bakteriler bebeklik döneminde enfeksiyonlara, ilerleyen yaşlarda ise belirli kronik hastalıklara karşı koruyucu etki gösterebilmektedir (Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017). Ancak sezaryenle doğan bebeklerde erken emzirilme oranının düşük ve emme güçlüğü yaşama olasılığının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Yatsunenko ve ark., 2012; Baquero ve Nombela, 2012). Çeşitli çalışmalar, sezaryen ile doğan bebeklerin yaşamları boyunca obezite, egzama, çölyak hastalığı, alerji ve astım gibi kronik hastalıklara daha yatkın olduklarını göstermektedir (Cunha ve ark., 2015; Dunlop ve ark., 2015; Yuvacı ve Cevrioğlu, 2017).

Postpartum Dönem ve Mikrobiyota

Postpartum dönemde vajinal mikrobiyota, Lactobacillus türlerindeki ciddi bir azalma ile karakterize edilen dramatik bir değişim gösterir. Bu dönemde hem annenin sağlığı hem de yenidoğanın sağlığının korunması ve yükseltilmesi için sağlıklı bir mikrobiyota son derece önemlidir. Postpartum dönemde annenin mikrobiyotasının desteklenmesi için; sağlıklı beslenme, yeterli uyku, perineal laserasyon, skar bakımı ve tedavisi gerekmektedir (Mutic ve ark., 2017).

Postpartum dönemde maternal iyileşme, yeterli anne sütü salınımı ve sağlıklı kilo vermenin desteklenmesi için düzenli ve dengeli beslenme çok önemlidir (Jordan ve ark., 2018). Laktasyon döneminde annenin özellikle protein, karbonhidrat, A, C ve E vitamini olmak üzere neredeyse tüm makro ve mikro besin ihtiyacı artar (Mutic ve ark., 2017). Postpartum dönemde

immun ve nörolojik sistemin sağlıklı çalışabilmesi ve iyileşmenin sağlanabilmesi için yeterli uyku uyunması önem arz etmektedir (Park ve ark., 2013).

Laserasyon ve epizyotomi vajinal doğumdan sonra sıklıkla ortaya çıkan ve perinal bölgenin bütünlüğünü bozan durumlardır. Perineal bölge mikrobiyotası, cilt ve vajina bakterileri olan Actinobacteria, Firmicutes, Proteobacteria ve Bacteroidetes filumlarından oluşur. Bu bakteriler perineal alanı patojenlere karşı korurlar (Zeeuwen ve ark., 2012). Ancak doğumda oluşan travma, perineal alanın kalıcı mikrobiyotasının hemostazını bozar ve patojen mikroorganizmaların kolonizasyonuna fırsat verir. Bu nedenle doğum sonu perineal iyileşme gecikir (Zeeuwen ve ark., 2012; Gorbachinsky ve ark., 2014).

Kadın Sağlığı ve Mikrobiyata İlişkisinde Ebe ve Hemşirenin Sorumlulukları

Kadın sağlığı ve dolaylı olarak yenidoğan sağlığı için son derece önemli olan sağlıklı vajinal mikrobiyotanın sağlanması ve korunmasında ebe ve hemşiresinin kritik sorumlulukları bulunmaktadır (Mutic ve ark., 2017; Brotman ve ark., 2018). Ebe ve hemşire kadınları:

- Vajinal duş gibi sıkça kullanılan vajinal temizlik pratiklerinin değiştirilmesi (Mirmonsef ve ark., 2016),
- Pamuklu iç çamaşırlarının tercih edilmesi, nem tutmayan giysiler giyilmesi ve genital bölgenin kuru tutulması (Brotman ve ark., 2018),
- Kondom kullanımının vajinal mikrobiyotada dominant Laktobasil hakimiyeti ile ilişkili olduğu (Jespers ve ark., 2014).
- Sigara içmeme ve stresin azaltılması,
- Hormon içeren ilaçların mikrobiyota ile ilişkisi (Barrientos-Durán ve ark., 2020),
- Antibiyotik kullanımının mikrobiyota üzerindeki zararlı etkisi (Reid ve ark., 2018).
- Gebelik ve doğum sonrası dönemde mikrobiyota dostu beslenme (liften zengin, fermente gıdalar, prebiyotik ve probiyotik içeren beslenme modelleri, vb.) (Huang ve ark., 2021),
- Sağlıklı bir mikrobiyotanın sağlanması,
- CYBE, HIV ve PID ile sağlıklı mikrobiyotanın ilişkisi, tedavi ve bakım protokolleri,
- Prekonsepsiyon, gebelik ve doğum sonuçları ile komplikasyonların yönetilmesinde probiyotiklerin kullanımı (Barrientos-Durán ve ark., 2020),
- Sağlıklı bir mikrobiyota için vajinal doğuma hazırlama,
- Doğum sonu erken dönemde bebeğin emzirilmesi, ten tene temas, anne ve bebeğin aynı odada kalması,
- Tıbbi gereksinim olmadıkça bebeğin formül mama ile beslenmemesi,

- Emmeyi kesintiye uğratabilecek (meme başı çatlağı, mastit vb.) sorunlara karşı duyarlı olunması,
- Potansiyel patojen bakterilerden korunmak için pedini sık sık değiştirmesi ve günlük olarak su ve sabunla perineal temizliğini yapması,
- Doğum sonu annenin yeterli ve kaliteli bir uyku uyuyabilmesi için gereken önlemleri alması,
- Epizyotomi uygulamasının sınırlandırılmalı, zorunlu durumlar dışında uygulanmaması (East ve ark., 2012).
- Lasereasyonlara karşı perinenin korunması (Mutic ve ark., 2017), konusunda bilinçlendirilmelidir.

SONUÇ

Vajinal mikrobiyota, kadın genital sisteminin mikrobiyal ekosistemini oluşturur ve kadın sağlığının korunmasında kilit rol oynar. Sağlıklı vajinal mikrobiyotada başta Lactobacillus türleri olmak üzere, yararlı bakteriler baskındır. Lactobacillus dominant mikrobiyota; enfeksiyonlardan korunma, bağışıklık sistemi dengesi, fertilite, gebelik süreci ve doğum sonuçları açısından oldukça kritiktir. Disbiyozis durumu çeşitli sorunlarla (bakteriyel vajinozis, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, preterm doğum, düşük, infertilite, pelvik inflamatuar hastalık, vb.) ilişkilidir. Sağlıklı vajinal mikrobiyotanın sağlanması ve korunmasında ebe ve hemşire çok önemli bir role sahiptir.

KAYNAKLAR

Abbai, N. S., Nyirenda, M., Naidoo, S., Ramjee, G. (2018). Prevalent herpes simplex virus-2 increases the risk of incident bacterial vaginosis in women from South Africa. *AIDS and Behavior*, 22(7), 2172–2180.

Acarkan, T. (2016). Vajinal flora bozukluğu ve vajinit. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Regülasyon ve Nöral Terapi Dergisi,* 10(2), 8–12.

Alkan, Ş. Ş. (2017). İmmün sistem ve barsak mikrobiyotası. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 7–16.

Anahtar, M. N., Byrne, E. H., Doherty, K. E., Bowman, B. A., Yamamoto, H. S., Soumillon, M., … Kwon, D. S. (2018). Cervicovaginal bacteria are a major modulator of host inflammatory responses in the female genital tract. *Immunity, 42*(5), 965–976. https://doi.org/10.1016/j.immuni.2018.03.014

Anahtar, M. N., Gootenberg, D. B., Mitchell, C. M., Kwon, D. S. (2018). Cervicovaginal microbiota and reproductive health: the virtue of simplicity. *Cell Host ve Microbe*, 23(2), 159–168.

Aslan, N. N., Yardıncı, H. (2017). Anne sütü ve mikrobiyota. Turkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics, 3(2), 95–100.

Azad, M. B., Konya, T., Persaud, R. R., Guttman, D. S., Chari, R. S., Field, C. J., ... Kozyrskyj, A. L. (2013). Impact of maternal intrapartum antibiotics, method of birth and breastfeeding on gut microbiota during the first year of life: A prospective cohort study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics ve Gynaecology, 120*(7), 914–923. https://doi.org/10.1111/1471-0528.12391

Baquero, F., Nombela, C. (2012). The microbiome as a human organ. *Clinical Microbiology and Infection, 18*(1), 2–4. https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03887.x

Barrientos-Durán, A., Fuentes-López, A., de Salazar, A., Plaza-Díaz, J., García, F. (2020). Reviewing the composition of vaginal microbiota: Inclusion of nutrition and probiotic factors in the maintenance of eubiosis. *Nutrients,* 12(2), 1–30. https://doi.org/10.3390/nu12020419

Borgdorff, H., Verwijs, M. C., Wit, F. W. N. M., Tsivtsivadze, E., Ndayisaba, G. F., Verhelst, R., … van de Wijgert, J. H. H. M. (2015). The impact of hormonal contraception and pregnancy on sexually transmitted infections and on cervicovaginal microbiota in african sex workers. *Sexually Transmitted Diseases*, 42(3), 143–152.

Bradford, L. L., Ravel, J. (2023). The vaginal microbiome: A dynamic and evolving landscape. *Nature Reviews Microbiology, 21*(2), 87–102. https://doi.org/10.1038/s41579-022-00817-9

Bradshaw, C. S., Walker, J., Fairley, C. K., Chen, M. Y., Tabrizi, S. N., Donovan, B., … Walker, S. (2013). Prevalent and incident bacterial vaginosis are associated with sexual and contraceptive behaviours in young Australian women. *PloS One*, 8(3), e57688.

Brotman, R. M. (2011). Vaginal microbiome and sexually transmitted infections: an epidemiologic perspective. *The Journal of Clinical Investigation*, 121(12), 4610–4617.

Brotman, R. M., He, X., Gajer, P., Fadrosh, D., Sharma, E., Mongodin, E. F., … Rath, J. M. (2014). Association between cigarette smoking and the vaginal microbiota: a pilot study. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 471.

Brotman, R. M., Klebanoff, M. A., Nansel, T. R., Yu, K. F., Andrews, W. W., Zhang, J., Schwebke, J. R. (2018). A longitudinal study of vaginal douching and bacterial vaginosis—A marginal structural modeling analysis. *American Journal of Epidemiology,* 183(10), 889–896. https://doi.org/10.1093/aje/kww008

Brown, E. M., Sadarangani, M., Finlay, B. B. (2013). The role of the immune system in governing host-microbe interactions in the intestine. *Nature Immunology*, 14(7), 660.

Ceccarani, C., Foschi, C., Parolin, C., D'Antuono, A., Gaspari, V., Consolandi, C., Vitali, B. (2019). Diversity of vaginal microbiome and metabolome during genital infections. *Scientific Reports, 9*, 14095. https://doi.org/10.1038/s41598-019-50410-x

Chee, W. J. Y., Chew, S. Y., Than, L. T. L. (2020). Vaginal microbiota and the potential of Lactobacillus derivatives in maintaining vaginal health. *Microb Cell Fact*., 19(1), 203.

Chen, R., Li, R., Qing, W., Zhang, Y., Zhou, Z., Hou, Y., Shi, Y., Zhou, H., Chen, M. (2022). Probiotics are a good choice for the treatment of bacterial vaginosis: a meta-analysis of randomized controlled trial. *Reproductive Health*, 19(1), 137.

Chen, X., Lu, Y., Chen, T., Li, R. (2021). Sağlıkta kadın vajinal mikrobiyomu ve bakteriyel vajinoz. *Hücresel ve Enfeksiyon Mikrobiyolojisinde Sınırlar, 11*, 631972.

Cherpes, T. L., Meyn, L. A., Krohn, M. A., Lurie, J. G., Hillier, S. L. (2003). Association between acquisition of herpes simplex virus type 2 in women and bacterial vaginosis. *Clinical Infectious Diseases*, 37(3), 319 325.7

Cunha, F., Paschoini, M. C., Cunha, A., Oliveira, L. C. (2015). Association between cesarean delivery and childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Gynecology and Obstetrics, 37*(6), 273–279.

Dahoud, W., Michael, C. W., Gokozan, H., Nakanishi, A. K., Harbhajanka, A. (2019). Association of bacterial vaginosis and human papilloma virus infection with cervical squamous intraepithelial lesions. *American Journal of Clinical Pathology*, 152(2), 185–189.

DiGiulio, D. B., Callahan, B. J., McMurdie, P. J., Costello, E. K., Lyell, D. J., Robaczewska, A., … Shaw, G. (2015). Temporal and spatial variation of the human microbiota during pregnancy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(35), 11060–11065.

Dominguez-Bello, M. G., De Jesus-Laboy, K. M., Shen, N., Cox, L. M., Amir, A., Gonzalez, A., ... Knight, R. (2016). Partial restoration of the microbiota of cesarean-born infants via vaginal microbial transfer. *Nature Medicine, 22*(3), 250–253. https://doi.org/10.1038/nm.4039

Dunlop, A. L., Mulle, J. G., Ferranti, E. P., Edwards, S., Dunn, A. B., Corwin, E. J. (2015). Maternal microbiome and pregnancy outcomes that impact infant health: A review. *Advances in Neonatal Care, 15*(6), 377–385. https://doi.org/10.1097 /ANC.0000000000000218

Dündar, T., Özsoy, S. (2018). Bakteriyel vajinozisin preterm eylem üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 5(2), 152–159. https://doi.org/ 10.31125/hunhemsire.454375

East, C. E., Begg, L., Henshall, N. E., Marchant, P. R., Wallace, K. (2012). Local cooling for relieving pain from perineal trauma sustained during childbirth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5).

Edwards, C. A. (2017). Determinants and duration of impact of early gut bacterial colonization. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(3), 246–250.

Esber, A., Vicetti Miguel, R. D., Cherpes, T. L., Klebanoff, M. A., Gallo, M. F., Turner, A. N. (2015). Risk of bacterial vaginosis among women with herpes simplex virus type 2 infection: a systematic review and meta analysis. *The Journal of Infectious Diseases*, 212(1), 8–17.

Fethers, K. A., Fairley, C. K., Hocking, J. S., Gurrin, L. C., Bradshaw, C. S. (2008) Cinsel risk faktörleri ve bakteriyel vajinoz: sistematik bir inceleme ve meta-analiz. *Klinik Enfeksiyon Dis*., 47(11), 1426–35.

Geißdörfer, W., Böhmer, C., Pelz, K., Schoerner, C., Frobenius, W., Bogdan, C. (2003). Tuboovarian abscess caused by Atopobium vaginae following transvaginal oocyte recovery. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(6), 2788–2790.

Gilboa, Y., Bar-Hava, I., Fisch, B., Ashkenazi, J., Voliovitch, I., Borkowski, T., Orvieto, R. (2005). Does intravaginal probiotic supplementation increase the pregnancy rate in IVF–embryo transfer cycles? *Reproductive Biomedicine Online*, 11(1), 71–75.

Gorbachinsky, I., Sherertz, R., Russell, G., Krane, L. S., Hodges, S. J. (2014). Altered perineal microbiome is associated with vulvovaginitis and urinary tract infection in preadolescent girls. *Therapeutic Advances in Urology*, 6(6), 224–229.

Gosmann, C., Anahtar, M. N., Handley, S. A., Farcasanu, M., Abu-Ali, G., Bowman, B. A., … Moodley, A. (2017). Lactobacillus-deficient cervicovaginal bacterial communities are associated with increased HIV acquisition in young South African women. *Immunity*, 46(1), 29–37.

Gray, R. H., Kigozi, G., Serwadda, D., Makumbi, F., Nalugoda, F., Watya, S., … Kiwanuka, N. (2009). The effects of male circumcision on female partners' genital tract symptoms and vaginal infections in a randomized trial in Rakai, Uganda. *American Journal of Obstetrics and Gynecology,* 200(1), 42-e1.

Gupta, V. K., Paul, S., Dutta, C. (2017). Geography, ethnicity or subsistence-specific variations in human microbiome composition and diversity. *Frontiers in Microbiology, 8,* 1162. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01162

Güney, R., Çınar, N. (2017). Anne sütü ve mikrobiyota gelişimi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 17–24.

Haahr, T., Jensen, J. S., Thomsen, L., Duus, L., Rygaard, K., Humaidan P. (2016). Abnor mal vaginal microbiota may be associated with poor reproductive outcomes: a prospective study in IVF patients. *Human Reproduction*, 31(4), 795-803.

Hickey, R. J., Zhou, X., Pierson, J. D., Ravel, J., Forney, L. J. (2012). Understanding vaginal microbiome complexity from an ecological perspective. *Translational Research, 160(4),* 267–282. https://doi.org/10.1016/j.trsl.2012.02.008

Holmes, E., Li, J. V, Marchesi, J. R., Nicholson, J. K. (2012). Gut microbiota composition and activity in relation to host metabolic phenotype and disease risk. *Cell Metabolism*, 16(5), 559–564.

Huang, J., Mei, S., Chen, Z., Ma, H., Zhang, J. (2021). Diet, microbiota, and the vaginal microbiome: A complex interplay. *Trends in Microbiology, 29*(11), 999–1012. https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.06.002

Iozzo, P., Sanguinetti, E. (2018). Early dietary patterns and microbiota development: Still a way to go from descriptive interactions to health-relevant solutions. *Frontiers in Nutrition*, 5, 5.

Jespers, V., Crucitti, T., Menten, J., Verhelst, R., Mwaura, M., Mandaliya, K., … Hardy, L. (2014). Prevalence and correlates of bacterial vaginosis in different sub-populations of women in sub-Saharan Africa: a cross sectional study. *PloS One*, 9(10), e109670.

Jordan, R. G., Farley, C. L., Grace, K. T. (2018). Prenatal and postnatal care: a woman-centered approach. John Wiley ve Sons.

Kabaran, S. (2016). Anne sütünün immün sistem ve mikrobiyota üzerine etkisi. *Turkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics*, 2(2), 7–11.

Kamada, N., Chen, G. Y., Inohara, N., Núñez, G. (2013). Control of pathogens and pathobionts by the gut microbiota. *Nature Immunology*, 14(7), 685.

Kashtanova, D. A., Popenko, A. S., Tkacheva, O. N., Tyakht, A. B., Alexeev, D. G., Boytsov, S. A. (2016). Association between the gut microbiota and diet: Fetal life, early childhood, and further life. *Nutrition*, 32(6), 620–627.

Kaye, L., Bartels, C., Bartolucci, A., Engmann, L., Nulsen, J., Benadiva, C. (2017). Old habits die hard: retrospective analysis of outcomes with use of corticosteroids and antibiotics before embryo transfer. *Fertility and Sterility*, 107(6), 1336–1340.

Kindinger, L. M., MacIntyre, D. A., Lee, Y. S., Marchesi, J. R., Smith, A., McDonald, J. A., … Bennett, P. R. (2017). Relationship between vaginal microbial dysbiosis, inflammation, and pregnancy outcomes in cervical insufficiency. *Scientific Reports, 7*(1), 11112. https://doi.org/10.1038/s41598-017-11514-8

Kroon, S. J., Ravel, J., Huston, W. M. (2018). Cervicovaginal microbiota, women's health, and reproductive outcomes. *Fertility and Sterility*, 110(3), 327-36.

Machado, D., Castro, J., Palmeira-de-Oliveira, A., Martinez-de-Oliveira, J., Cerca, N. (2016). Bacterial vaginosis biofilms: challenges to current therapies and emerging solutions. *Front Microbiol*, 6, 1528. Doi: 10.3389/ fmicb.2015.01528.

Martens, E. C., Lowe, E. C., Chiang, H., Pudlo, N. A., Wu, M., McNulty, N. P., … Bolam, D. N. (2011). Recognition and degradation of plant cell wall polysaccharides by two human gut symbionts. *PLoS Biology*, 9(12).

Mirmonsef, P., Hotton, A. L., Gilbert, D., Gioia, C. J., Maric, D., Hope, T. J., Spear, G. T. (2016). Free glycogen in vaginal fluids is associated with Lactobacillus colonization and low vaginal pH. *PLOS ONE*, 11(3), e0151996. https://doi.org/10.1371/ journal.pone.0151996

Moore, D. E., Soules, M. R., Klein, N. A., Fujimoto, V. Y., Agnew, K. J., Eschenbach, D. A. (2000). Bacteria in the transfer catheter tip influence the live-birth rate after in vitro fertilization. *Fertility and Sterility*, 74(6), 1118–1124.

Mutic, A. D., Jordan, S., Edwards, S. M., Ferranti, E. P., Thul, T. A., Yang, I. (2017). The postpartum maternal and newborn microbiomes. MCN. *The American Journal of Maternal Child Nursing*, 42(6), 326.

Muzny, C. A., Schwebke, J. R. (2016). Pathogenesis of bacterial vaginosis: discussion of current hypotheses. *The Journal of Infectious Diseases*, 214, S1–S5

Nagpal, R., Tsuji, H., Takahashi, T., Nomoto, K., Kawashima, K. (2016). Gut microbiota composition in healthy Japanese infants at four months of age: Comparison of formula-fed and breast-fed infants. *Bioscience of Microbiota, Food and Health, 35*(2), 93–103. https://doi.org/10.12938/bmfh.2015-030

Nelson, T. M., Borgogna, J. C., Michalek, R. D., Roberts, D. W., Rath, J. M., Glover, E. D., … Brotman, R. M. (2018). Cigarette smoking is associated with an altered vaginal tract metabolomic profile. *Scientific Reports*, 8(1), 852.

Noyes, N., Cho, K. C., Ravel, J., Forney, L. J., Abdo, Z. (2018). Associations between sexual habits, menstrual hygiene practices, demographics and the vaginal microbiome as revealed by Bayesian network analysis. *PLoS One, 13(1),* e0191625. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191625

O'Hanlon, D. E., Moench, T. R., Cone, R. A. (2013). Vaginal pH and microbicidal lactic acid when lactobacilli dominate the microbiota. *PloS One*, 8(11), e80074.

Park, E. M., Meltzer-Brody, S., Stickgold, R. (2013). Poor sleep maintenance and subjective sleep quality are associated with postpartum maternal depression symptom severity. *Archives of Women's Mental Health*, 16(6), 539–547.

Pelzer, E.S., Allan, J.A., Waterhouse, M.A., Ross, T., Beagley, K.W., Knox, C.L. (2013). Microorganisms within human follicular fluid: effects on IVF. *PLoS One*, 8(3), e59062. Doi: 10.1371/journal.pone.0059062

Ravel, J., Gajer, P., Abdo, Z., Schneider, G. M., Koenig, S. S., McCulle, S. L., … Forney, L. J. (2021). Vaginal microbiome of reproductive-age women. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(1), 4680–4687.. https://doi.org/10.1073/pnas.2023988118

Reid G, Younes JA, Van der Mei HC, Gloor GB, Knight R, Busscher HJ. (2011). Microbiota restoration: natural and supplemented recovery of human microbi al communities. *Nature Reviews Microbiology*, 9(1), 27-38.

Reid, G., Charbonneau, D., Erb, J., Kochanowski, B., Beuerman, D., Poehner, R., Bruce, A. W. (2018). Oral use of Lactobacillus rhamnosus GR-1 and L. reuteri RC-14 significantly alters vaginal flora: Randomized, placebo-controlled trial. *FEMS Immunology ve Medical Microbiology, 35*(2), 131–134. https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2003.tb00684.x

Rigon, G., Mazzocco, M. I., Calabrese, S., Biasucci, G. (2012). Maternal antibiotic prophylaxis and intestinal bifidobacteria in the newborn. *Early Human Development, 88*(S1), S83–S84. https://doi.org/10.1016/S0378-3782(12)70027-9

Roxby, A. C., Fredricks, D. N., Odem-Davis, K., Ásbjörnsdóttir, K., Masese, L., Fiedler, T. L., … Overbaugh, J. 2016). Changes in vaginal microbiota and immune mediators in HIV-1-seronegative Kenyan women initiating depot medroxyprogesterone acetate. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 71(4), 359.

Salah RM, Allam AM, Magdy AM, Mohamed ASh. (2013). Bacterial vaginosis and infertility: cause or association? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*., 167(1), 59-63. Doi: 10.1016/j.ejogrb.2012.10.031.

Smaill FM, Grivell RM. (2014). Antibiotic prophylaxis versus no prophylaxis for preventing infection after cesarean section. *Cochrane Database Syst Rev*., 10, 7482.

Štšepetova, J., Baranova, J., Simm, J., Parm, Ü., Rööp, T., Sokmann, S., … Salumets, A. (2020). The complex microbiome from native semen to embryo culture environment in human in vitro fertilization procedure. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 18(1), 1–13.

Tamarelle, J., Thiebaut, A.C.M., de Barbeyrac, B., Bebear, C., Ravel, J., Delaro cque-Astagneau, E. (2018). The vaginal microbiota and its association with human papillomavirus, Chlamydia trachomatis, Neisseria gonorrhoeae and Mycop lasma genitalium infections: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Microbiology and Infection*, 25 (1), 35-47.

Torcia, M.G. (2019). Vajinal mikrobiyom, bağışıklık tepkisi ve cinsel yolla bulaşan viral enfeksiyonlar arasındaki etkileşim. *Uluslararası Moleküler Bilimler Dergisi*, 20 (2), 266. https://doi.org/10.3390/ijms20020266

van de Wijgert, J. H. H. M., Verwijs, M. C., Agaba, S. K., Bronowski, C., Mwambarangwe, L., Uwineza, M., … Darby, A. C. (2020). Intermittent Lactobacilli-containing vaginal probiotic or metronidazole use to prevent bacterial vaginosis recurrence: a pilot study incorporating microscopy and sequencing. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15.

Vodstrcil, L. A., Twin, J., Garland, S. M., Fairley, C. K., Hocking, J. S., Law, M. G., … Tabrizi, S. N. (2017). The influence of sexual activity on the vaginal microbiota and Gardnerella vaginalis clade diversity in young women. *PLoS ONE, 12*(2), e0171856. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171856

Yatsunenko, T., Rey, F. E., Manary, M. J., Trehan, I., Dominguez-Bello, M. G., Contreras, M., ... Gordon, J. I. (2012). Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature, 486* (7402), 222–227. https://doi.org/10.1038/nature11053

Yetkin, İ., Yetiş, H., Satış, N. K. (2017). Bağırsak mikrobiyotasının insülin direnci, diabetes mellitus ve obezite ile ilişkisi. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi*, 2(1), 1–8.

Yuvacı, H. U., Cevrioğlu, A. S. (2017). Kadın üreme sistemi mikrobiyotası. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 95–103.

Zeeuwen, P. L. J. M., Boekhorst, J., van den Bogaard, E. H., de Koning, H. D., van de Kerkhof, P. M. C., Saulnier, D. M., … Schalkwijk, J. (2012). Microbiome dynamics of human epidermis following skin barrier disruption. *Genome Biology*, 13(11), 1–18.

NÖROGELİŞİMSEL BOZUKLUKLARDA (DEHB, OTİZM) PSİKOSOSYAL MÜDAHALELER: HEMŞİRELİK UYGULAMALARI AÇISINDAN DERLEME

Yasemin ÖZEL
Kastamonu University, Tosya vocational School, Department of Health Care Services,
37150 Tosya, Kastamonu
ORCID: 00000001-8920-8825

ÖZET

Nörogelişimsel bozukluklar, özellikle Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) ile Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), çocukluk çağında sık görülen ve bireyin akademik işlevselliği, sosyal uyumu ve günlük yaşam becerileri üzerinde belirgin etkiler yaratan klinik tablolar olarak öne çıkmaktadır. Bu bozuklukların yönetiminde farmakolojik tedaviler önemli bir yer tutsa da, çocuk ve ergen ruh sağlığı alanındaki güncel yaklaşımlar, psikososyal müdahalelerin tedavi planının ayrılmaz bir parçası olduğunu vurgulamaktadır. Bu derlemenin amacı, DEHB ve OSB'ye yönelik psikososyal müdahaleleri güncel literatür çerçevesinde tanımlamak, bu müdahalelerin etkililik alanlarını tartışmak ve özellikle hemşirelik uygulamalarına ilişkin klinik öneriler sunmaktır.

Derlemede son yıllarda giderek önem kazanan davranışsal müdahaleler, ebeveyn eğitimi programları, sosyal beceri eğitimleri, bilişsel-davranışçı teknikler, yapılandırılmış öğretim modelleri, duygu düzenleme temelli programlar, erken dönem gelişimsel yaklaşımlar ve okul temelli uygulamalar ele alınmıştır. İncelenen çalışmalar genel olarak, psikososyal müdahalelerin DEHB'de dikkat yönetimi, dürtüsellik kontrolü, sosyal işlevsellik ve aile içi iletişim üzerinde; OSB'de ise sosyal etkileşim, ortak dikkat, iletişim motivasyonu, problem davranışların azaltılması ve uyarlanabilir becerilerin geliştirilmesi üzerinde anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir. Bu müdahalelerin etkisinin, çocuğun gelişim düzeyi, eş tanı varlığı, aile katılımı, öğretim yoğunluğu ve müdahalenin sürekliliği gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Psikiyatri hemşireleri açısından bakıldığında, nörogelişimsel bozuklukların yönetiminde psiko-eğitim, davranışsal yönlendirme, aile destek programları, semptom izlemi, okul-aile-çevre iş birliği ve bakım koordinasyonu gibi alanlarda kritik roller bulunduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, psikososyal müdahaleler nörogelişimsel bozuklukların bütüncül ve sürdürülebilir yönetiminde önemli bir yer tutmakta; hemşirelik uygulamalarında kanıta dayalı bakım anlayışını güçlendiren etkili araçlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nörogelişimsel bozukluklar, DEHB, Otizm Spektrum Bozukluğu, Psikososyal müdahaleler, Hemşirelik uygulamaları, Çocuk ve ergen ruh sağlığı, Davranışsal terapi

PSYCHOSOCIAL INTERVENTIONS IN NEURODEVELOPMENTAL DISORDERS (ADHD AND AUTISM): A NARRATIVE REVIEW FROM A PSYCHIATRIC NURSING PERSPECTIVE

ABSTRACT

Neurodevelopmental disorders such as Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Autism Spectrum Disorder (ASD) represent some of the most prevalent and impairing conditions in childhood and adolescence. These disorders are associated with persistent difficulties in attention, executive functioning, communication, emotional regulation, and social interaction, often requiring comprehensive and long-term intervention strategies. Psychosocial interventions—including behavioral therapies, parent-mediated programs, social skills training, cognitive-behavioral approaches, sensory-based practices, and school-centered supports—constitute essential components of multidisciplinary care and are widely recommended as first-line or adjunctive treatments. This narrative review synthesizes current evidence on psychosocial intervention models applied in ADHD and ASD, with a particular emphasis on their relevance, applicability, and clinical implications for psychiatric nursing practice. The review highlights key therapeutic domains such as behavior modification, emotional regulation training, structured teaching approaches, play-based therapies, and family-centered interventions. Across diverse studies, psychosocial modalities have been shown to improve core symptoms, enhance adaptive functioning, strengthen parent–child interactions, and support academic and social outcomes.

The role of psychiatric nurses is increasingly recognized in assessment, implementation, coaching, interdisciplinary coordination, and long-term follow-up within psychosocial intervention frameworks. Their involvement contributes to continuity of care, improves adherence to therapeutic plans, and enhances family engagement.

Overall, psychosocial interventions provide developmentally appropriate, evidence-informed, and feasible strategies for addressing functional impairments in ADHD and ASD. Integrating these approaches into nursing practice is essential for promoting holistic, person-centered, and sustainable mental health care for children and adolescents with neurodevelopmental disorders.

Keywords: Neurodevelopmental disorders; ADHD; Autism Spectrum Disorder; Psychosocial interventions; Psychiatric nursing; Child and adolescent mental health; Behavioral therapy.

1. INTRODUCTION

Neurodevelopmental disorders such as Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Autism Spectrum Disorder (ASD) are among the most prevalent childhood-onset psychiatric conditions, affecting daily functioning, social development, and long-term mental health outcomes. According to the DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), ADHD is characterized by persistent patterns of inattention, hyperactivity, and impulsivity, whereas ASD involves deficits in social communication alongside restricted and repetitive behaviors. Recent global estimates indicate that ADHD affects approximately 5% of children (Polanczyk et al., 2015), while ASD prevalence has continued to rise, currently estimated at 1 in 36 children in the United States (Maenner, 2023).

Although pharmacological treatments—such as stimulants for ADHD or atypical antipsychotics for severe irritability in ASD—are widely used, growing evidence underscores the importance of psychosocial and behavioral interventions as first-line or adjunctive approaches. International guidelines, including those from the American Academy of Pediatrics (Wolraich et al, 2019) and the National Institute for Health and Care Excellence (Dalrymple et al, 2020), recommend multimodal treatment models incorporating behavioral therapy, parent training, social skills interventions, environmental modification, and school-based supports. These interventions target core deficits and functional impairments while enhancing adaptive behavior and reducing family burden.

In ADHD, evidence-based psychosocial interventions such as behavioral parent training, classroom management strategies, and organizational skills training have demonstrated significant improvements in attention, executive functioning, and overall behavioral regulation (Chronis-Tuscano et al., 2016; Evans et al., 2020). In ASD, structured interventions including Applied Behavior Analysis (ABA), social communication training, play-based therapies, and cognitive-behavioral strategies for anxiety have shown effectiveness in improving social reciprocity, language skills, and emotional regulation (Lord et al., 2020; Boyd et al., 2018).

Psychiatric nurses play a crucial role in delivering and coordinating psychosocial interventions within multidisciplinary teams. As frontline professionals in child and adolescent mental health, nurses contribute to assessment, family education, behavioral coaching, emotion-regulation support, and monitoring of treatment adherence. Their close, continuous contact with families enables early identification of needs and personalization of interventions. Despite their central

role, the scope of nursing-led psychosocial practices in neurodevelopmental disorders remains underrepresented in the literature.

This narrative review aims to synthesize current knowledge on psychosocial interventions for ADHD and ASD, highlight evidence-based practices, and discuss implications for psychiatric nursing. By integrating findings from recent empirical studies and clinical guidelines, the review seeks to provide a comprehensive overview of practical, feasible, and developmentally informed approaches that can enhance psychosocial care for children with neurodevelopmental disorders and their families.

2. MATERIAL AND METHODS

This article was designed as a narrative review aimed at synthesizing contemporary evidence on psychosocial interventions for neurodevelopmental disorders—specifically Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Autism Spectrum Disorder (ASD)—with a particular focus on implications for psychiatric nursing practice. Unlike systematic reviews, narrative reviews allow for a broader conceptual exploration of complex clinical topics without restricting the analysis to narrowly defined methodological criteria.

2.1. Literature Search Strategy

A comprehensive literature search was conducted across major academic databases, including PubMed, Scopus, Web of Science, PsycINFO, and CINAHL. The search covered publications primarily between 2010 and 2024, aligning with contemporary advances in psychosocial and behavioral interventions. Additional sources included reference lists of relevant articles, clinical guidelines from reputable professional organizations, and authoritative textbooks in child psychiatry and developmental psychology.

The primary keywords and their combinations used in the search were: “ADHD”, “attention-deficit/hyperactivity disorder”, “autism spectrum disorder”, “ASD”, “neurodevelopmental disorders”, “psychosocial interventions”, “behavioral therapy”, “parent training”, “Applied Behavior Analysis”, “social skills training”, “cognitive-behavioral interventions”, “nursing interventions”, “psychiatric nursing”, “child mental health”, “adolescent mental health.” Boolean operators (AND, OR) were applied to refine search sensitivity and specificity across databases.

2.2. Selection Approach

Because this study is a narrative review rather than a systematic review, no formal inclusion–exclusion criteria, PRISMA flowchart, or risk-of-bias scoring was applied. Instead, studies were selected based on their relevance, conceptual contribution, and alignment with the aims of the review. Priority was given to:

- Empirical studies examining psychosocial, behavioral, or multimodal interventions in ADHD or ASD
- Clinical guidelines from major professional bodies (e.g., AAP, NICE, APA)
- Meta-analyses and high-quality review articles providing synthesized evidence
- Research emphasizing the role of psychiatric nurses or allied health professionals
- Foundational texts that contextualize psychosocial practices in neurodevelopmental disorders

Studies focusing solely on pharmacological treatment, adult populations, or unrelated psychiatric conditions were excluded from analysis.

2.3. Data Extraction and Synthesis

Selected literature was examined using an iterative reading and thematic coding process. Key information extracted included:

- Type and structure of psychosocial intervention
- Target symptoms or functional domains (e.g., attention, social reciprocity, regulation)
- Child or adolescent population characteristics
- Reported clinical outcomes and mechanisms of change
- Implications for nursing practice and interdisciplinary care

Given the heterogeneity of psychosocial interventions in neurodevelopmental disorders, findings were synthesized using a narrative, thematic approach rather than quantitative pooling. Themes were organized around intervention categories—behavioral therapy, parent-mediated interventions, social skills training, cognitive-behavioral approaches, and integrative psychosocial models—and interpreted in relation to developmental, clinical, and practical considerations relevant to psychiatric nursing.

2.4. Ethical Considerations

As this study relies exclusively on previously published literature, no ethical approval was required. All sources were cited in accordance with academic standards.

3. LITERATURE REVIEW AND DİSCUSSİON

Neurodevelopmental disorders such as Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Autism Spectrum Disorder (ASD) represent complex, lifelong conditions shaped by early-emerging difficulties in cognitive, behavioral, and socio-emotional functioning. Psychosocial interventions have long been recognized as foundational components of evidence-based care for these populations, complementing or, in some cases, preceding pharmacological treatment. International guidelines—including those of the American Academy of Pediatrics (Wolraich et al, 2019), the National Institute for Health and Care Excellence (Dalrymple et al, 2020), and

the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry (AACAP, 2020)—emphasize that psychosocial modalities are central to improving adaptive functioning, reducing problem behaviors, and enhancing overall well-being in children and adolescents with neurodevelopmental conditions. The literature consistently demonstrates that psychosocial interventions target not only core symptoms but also the relational, environmental, and behavioral processes that shape developmental trajectories. This section synthesizes empirical findings and theoretical perspectives across ADHD and ASD interventions, framing them within a unified clinical and psychiatric nursing lens.

In ADHD, behavioral interventions constitute one of the most systematically supported psychosocial approaches. Rooted in operant learning principles, behavior modification strategies emphasize antecedent structuring, consistent reinforcement, contingency management, and skill-building. Meta-analyses and large-scale randomized trials show that behavioral parent training (BPT) leads to reductions in disruptive behaviors, enhanced compliance, and improved family functioning (Evans et al., 2018; Fabiano et al., 2009). These interventions operate by altering parent–child interaction patterns, reducing coercive cycles, and promoting positive behavior through predictable reinforcement. Because children with ADHD often struggle with emotional impulsivity, family-based approaches provide the structure necessary to support self-regulation. Within psychiatric nursing practice, nurses frequently serve as key facilitators of parent education, behavior coaching, and treatment continuity, allowing them to bridge behavioral strategies across clinical, school, and home settings.

School-based psychosocial programs represent another core domain of ADHD intervention research. Classroom modifications, token systems, daily report cards, and organizational skills training have demonstrated efficacy in improving academic engagement and reducing behavior-related classroom disruptions (DuPaul & Stoner, 2014). These interventions not only support executive functioning and task persistence but also enhance teacher–child relationships by creating predictable, supportive environments. Psychiatric nurses, particularly those embedded in school mental health teams or outpatient services, are instrumental in promoting cross-setting treatment alignment, reinforcing strategies during follow-up sessions, and supporting teachers who manage high-behavior-need classrooms.

Cognitive-behavioral interventions adapted for adolescents with ADHD focus on executive skills such as planning, time management, emotional regulation, and problem-solving. Evidence indicates significant improvements in organizational functioning, academic performance, and frustration tolerance (Antshel & Barkley, 2020). These interventions are

particularly relevant for adolescents, who face increasing academic and social demands but often lack developmentally appropriate executive capacities. Because psychiatric nurses frequently work with adolescents in outpatient, inpatient, and community settings, they are ideally positioned to deliver CBT-based skills programs and support generalization through ongoing coaching.

Mindfulness-based interventions also contribute meaningfully to ADHD psychosocial care. By targeting emotional impulsivity and attentional control, mindfulness programs enhance self-awareness and inhibitory control (Cairncross & Miller, 2020). These programs are feasible in group settings, are cost-effective, and align well with nursing-led preventive mental health strategies.

In ASD, the evidence base for psychosocial interventions is similarly robust, though more heterogeneous due to variability in symptom profiles and developmental presentations. Early Intensive Behavioral Intervention (EIBI), derived from applied behavior analysis (ABA), remains one of the most empirically validated early intervention models. Longitudinal and randomized controlled studies indicate substantial gains in cognitive functioning, language acquisition, adaptive behavior, and social communication (Reichow et al., 2012). Although ABA programs are often delivered by trained behavior analysts, psychiatric nurses play a crucial supportive role by helping families integrate behavioral techniques into daily routines, monitoring stress indicators, and promoting consistent implementation across settings.

More recent developmental–behavioral models, collectively referred to as Naturalistic Developmental Behavioral Interventions (NDBI), reflect a shift toward socially situated, relationship-based, and play-centered approaches. Programs such as the Early Start Denver Model (ESDM), Pivotal Response Treatment (PRT), and JASPER incorporate behavioral principles embedded within naturalistic interactions. Randomized trials show improvements in joint attention, symbolic play, social engagement, and spontaneous language (Dawson et al., 2010; Kasari et al., 2010). These approaches align closely with psychiatric nursing principles emphasizing relational attunement, parent empowerment, and emotional co-regulation. Nurses facilitating parent training and early intervention follow-up often use NDBI principles intuitively through modeling, coaching, and feedback during everyday caregiving routines.

Social skills interventions, particularly for adolescents with ASD, represent another major area of evidence. Programs such as PEERS (Program for the Education and Enrichment of Relational Skills) have demonstrated improvements in social knowledge, conversational reciprocity, friendship-making, and reductions in social isolation (Laugeson, 2017). Because social anxiety and peer rejection are highly prevalent in ASD, structured social skills groups

are essential components of treatment. Psychiatric nurses are well positioned to deliver and co-facilitate such interventions, as nursing practice emphasizes relationship building, emotional literacy, and group process management—elements intrinsic to successful social skills programming.

Sensory-based interventions, including sensory integration therapy, have a more mixed evidence base, with some studies showing improvements in sensory modulation and adaptive behaviors (Schaaf et al., 2014). Although not considered stand-alone treatments, sensory interventions can enhance engagement with other psychosocial therapies by helping children regulate arousal, reduce distress, and remain emotionally present during relational and learning activities. Nurses frequently incorporate sensory strategies into de-escalation protocols, regulation routines, and trauma-informed care practices.

Parent-mediated interventions represent a shared cornerstone across ADHD and ASD psychosocial literature. Programs such as PACT (Preschool Autism Communication Trial) demonstrate improvements in parental responsiveness, child communication, and sustained developmental progress (Pickles et al., 2016). Parent coaching is a critical dimension of psychiatric nursing because it aligns with the profession's emphasis on family-centered care, capacity building, and empowering caregivers as partners in the therapeutic process.

Across both conditions, several cross-cutting therapeutic mechanisms emerge. Emotional regulation appears as a central mediator of treatment outcomes in both ADHD and ASD. Behavioral and cognitive-behavioral interventions enhance regulatory capacities through structured reinforcement and skills practice, while mindfulness and sensory-based approaches target bottom-up physiological regulation pathways. Social-cognitive processes—including perspective-taking, joint attention, and communication—are enhanced through NDBI, social skills programs, and CBT interventions, contributing to improved interpersonal functioning. Parent involvement remains perhaps the most powerful moderator of intervention success, with consistent findings indicating that improvements in parent–child interaction quality, parental self-efficacy, and family routines significantly predict long-term outcomes.

From a psychiatric nursing perspective, these findings underscore the importance of holistic, relationship-based, and developmentally tailored practices. Nurses often serve as sustained contact points for families navigating complex care systems, allowing them to reinforce psychosocial strategies, identify emerging difficulties, and coordinate interdisciplinary interventions. Their training in therapeutic communication, emotional support, and psychoeducation positions them to translate psychosocial models into daily-life applications. Moreover, the cost-effectiveness and accessibility of nurse-delivered psychosocial support

make nursing a critical component of equitable mental health care in both clinical and community settings.

Collectively, the reviewed literature indicates that psychosocial interventions for ADHD and ASD produce meaningful improvements across behavioral, emotional, cognitive, and social domains. While methodological heterogeneity remains a limitation, the convergence of findings across multiple modalities and populations contributes to a robust evidence base. Psychosocial interventions—particularly when embedded in family-centered and interdisciplinary models—constitute essential, developmentally aligned, and clinically effective approaches for supporting children and adolescents with neurodevelopmental disorders. These interventions are strengthened when psychiatric nurses are actively engaged in their delivery, reinforcing the central role of nursing within contemporary child and adolescent mental health care.

CONCLUSIONS

This narrative review highlights the significant role of psychosocial interventions in supporting children and adolescents with neurodevelopmental disorders, particularly ADHD and Autism Spectrum Disorder. Across the literature, multiple evidence-based approaches—including behavioral parent training, school-based behavioral programs, social communication interventions, peer-mediated approaches, mindfulness-based programs, and structured social skills training—demonstrate meaningful improvements in core symptoms, functional behaviors, emotional regulation, and social participation.

A consistent theme emerging from the reviewed studies is the importance of contextual, developmentally informed, and relationship-centered care. Interventions such as behavioral parent training, the Early Start Denver Model, Pivotal Response Treatment, and the PEERS® program not only address specific skill deficits but also strengthen caregiver-child interactions, expand opportunities for social learning, and promote long-term developmental gains. For ADHD, behavioral programs and multimodal school-based interventions remain essential components of best practice, improving classroom functioning, task engagement, and impulse control beyond what medication alone can achieve.

For psychiatric nursing practice, these findings underscore the expanding and essential role of nurses in the implementation, coordination, and monitoring of psychosocial interventions across inpatient, outpatient, school, and community settings. Psychiatric nurses contribute to early identification, individualized care planning, parent education, behavioral coaching, and therapeutic alliance—functions that are central to improving adherence and optimizing treatment outcomes. Because psychosocial interventions are cost-effective, adaptable, and

conducive to multidisciplinary collaboration, they align particularly well with the holistic and relational foundations of psychiatric nursing.

Despite promising evidence, gaps remain. Many studies rely on small samples, lack long-term follow-up, or vary substantially in intervention structure, limiting comparability. Further research should prioritize rigorous randomized controlled trials, culturally sensitive adaptations, and long-term developmental outcomes, especially for adolescents who remain underrepresented in current literature. Integrating emerging approaches—such as mindfulness, telehealth-supported behavioral coaching, and digital social-skills programs—may also extend access to care and enrich existing treatment frameworks.

In conclusion, psychosocial interventions constitute a critical and evidence-informed component of comprehensive care for children and adolescents with neurodevelopmental disorders. Their emphasis on behavioral learning, social engagement, emotional regulation, and caregiver involvement positions them as effective, developmentally congruent, and clinically impactful strategies. Strengthening the integration of these interventions into psychiatric nursing practice has the potential to improve functional outcomes, enhance family well-being, and support more equitable access to mental health services for neurodiverse children and adolescents.

REFERENCES

American Psychiatric Association, DSM-5 Task Force. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™* (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Inc.. https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.

Antshel, K. M., & Barkley, R. (2020). Attention deficit hyperactivity disorder. In *Handbook of clinical neurology* (Vol. 174, pp. 37-45). Elsevier.

Boyd, B. A., Watson, L. R., Reszka, S. S., Sideris, J., Alessandri, M., Baranek, G. T., ... & Belardi, K. (2018). Efficacy of the ASAP intervention for preschoolers with ASD: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(9), 3144-3162.

Cairncross, M., & Miller, C. J. (2020). The effectiveness of mindfulness-based therapies for ADHD: A meta-analytic review. *Journal of attention disorders*, *24*(5), 627-643.

Chronis-Tuscano, A., Wang, C. H., Strickland, J., Almirall, D., & Stein, M. A. (2016). Personalized treatment of mothers with ADHD and their young at-risk children: A SMART pilot. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, *45*(4), 510-521.

Dalrymple, R. A., Maxwell, L. M., Russell, S., & Duthie, J. (2020). NICE guideline review: Attention deficit hyperactivity disorder: diagnosis and management (NG87). *Archives of disease in childhood-education and practice*, *105*(5), 289-293.

Dawson, G., Rogers, S., Munson, J., Smith, M., Winter, J., Greenson, J., ... & Varley, J. (2010). Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: the Early Start Denver Model. *Pediatrics*, *125*(1), e17-e23.

DuPaul, G. J., & Stoner, G. (2014). *ADHD in the schools: Assessment and intervention strategies*. Guilford Publications.

Evans, S. W., Capps, R. E., & Owens, J. S. (2020). School-based mental health. In *Handbook of Research on Emotional and Behavioral Disorders* (pp. 400-414). Routledge.

Fabiano, G. A., Pelham Jr, W. E., Coles, E. K., Gnagy, E. M., Chronis-Tuscano, A., & O'Connor, B. C. (2009). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical psychology review*, *29*(2), 129-140.

Kasari, C., Gulsrud, A. C., Wong, C., Kwon, S., & Locke, J. (2010). Randomized controlled caregiver mediated joint engagement intervention for toddlers with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, *40*(9), 1045-1056.
Laugeson, E. A. (2017). *PEERS® for adolescents: Social skills training for teens with autism spectrum disorder.* Routledge.
Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., ... & Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. *Nature reviews Disease primers*, *6*(1), 5.
Maenner, M. J. (2023). Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2020. *MMWR. Surveillance Summaries*, *72*.
Pickles, A., Le Couteur, A., Leadbitter, K., Salomone, E., Cole-Fletcher, R., Tobin, H., ... & Green, J. (2016). Parent-mediated social communication therapy for young children with autism (PACT): long-term follow-up of a randomised controlled trial. *The Lancet*, *388*(10059), 2501-2509.
Polanczyk, G. V., Salum, G. A., Sugaya, L. S., Caye, A., & Rohde, L. A. (2015). Annual research review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. *Journal of child psychology and psychiatry*, *56*(3), 345-365.
Reichow, B., Barton, E. E., Boyd, B. A., & Hume, K. (2012). Early intensive behavioral intervention (EIBI) for young children with autism spectrum disorders (ASD). *Cochrane database of systematic reviews*, (10).
Schaaf, R. C., Benevides, T., Mailloux, Z., Faller, P., Hunt, J., Van Hooydonk, E., ... & Kelly, D. (2014). An intervention for sensory difficulties in children with autism: A randomized trial. *Journal of autism and developmental disorders*, *44*(7), 1493-1506.
Wolraich ML, Hagan JF, Allan C, et al (2019). Subcommittee on Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactive Disorder. Clinical Practice Guideline for the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents. *Pediatrics,* 144(4):e20192528.

ÇOCUK VE ERGENLERDE YARATICI TERAPÖTİK TEKNİKLERİN ETKİLİLİĞİ: KANITA DAYALI BİR DERLEME VE KLİNİK ÖNERİLER

Yasemin ÖZEL
Kastamonu University, Tosya vocational School, Department of Health Care Services, 37150 Tosya, Kastamonu
ORCID: 00000001-8920-8825

ÖZET

Çocuk ve ergenlik dönemleri, duygusal, bilişsel ve sosyal gelişimin hızla ilerlediği, aynı zamanda ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkma riskinin arttığı kritik yaşam evreleridir. Bu süreçte, çocuk ve gençlerin duygularını ifade etme, stresle baş etme ve kişilerarası ilişkileri yönetme becerileri açısından desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Yaratıcı terapötik teknikler; sanat terapisi, oyun terapisi, drama terapisi, yaratıcı düşünme uygulamaları ve diğer yaratıcı ifade yöntemlerini içeren geniş bir müdahale yelpazesini kapsamaktadır. Bu teknikler, özellikle sözel ifade becerilerinin sınırlı olduğu çocuk ve ergen popülasyonunda güvenli bir iletişim alanı oluşturarak duygusal deneyimlerin sembolik olarak ortaya konmasına ve işlenmesine olanak tanımaktadır. Bu derlemenin amacı, yaratıcı terapötik tekniklerin çocuk ve ergenlerin ruh sağlığı üzerindeki etkilerini güncel kanıtlar doğrultusunda incelemek ve klinik uygulamalara yönelik öneriler sunmaktır. Bu doğrultuda PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında “art therapy”, “play therapy”, “drama therapy”, “creative therapeutic techniques”, “creative thinking”, “child” ve “adolescent” anahtar kelimeleri kullanılarak alan yazın taranmış; belirlenen dahil etme kriterlerini karşılayan çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen bulgular, yaratıcı terapötik tekniklerin kaygı, duygu düzenleme güçlükleri, travma sonrası belirtiler, davranış sorunları, sosyal beceriler ve kişilerarası iletişim gibi birçok alanda olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Bu yöntemlerin çocuk ve ergenlerin gelişimsel özellikleriyle uyumlu olması, müdahale süreçlerinde motivasyonu artırması ve terapötik ilişkiyi güçlendirmesi önemli avantajlar sunmaktadır. Sonuç olarak, yaratıcı terapötik teknikler çocuk ve ergen ruh sağlığı alanında etkili, uygulanabilir ve bütüncül müdahaleler olarak öne çıkmaktadır. Klinik uygulamalarda bu tekniklerin kullanımının yaygınlaştırılması, psikiyatri hemşirelerinin terapötik süreçlerde aktif rol almasını desteklemekte ve psikososyal bakım kalitesini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaratıcı terapötik teknikler, çocuk ergen ruh sağlığı, psikoterapötik müdahaleler, psikososyal müdahale, hemşirelik.

EFFECTIVENESS OF CREATIVE THERAPEUTIC TECHNIQUES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: AN EVIDENCE-BASED REVIEW AND CLINICAL RECOMMENDATIONS

ABSTRACT

Childhood and adolescence are critical developmental periods characterized by rapid emotional, cognitive, and social changes, during which the risk of emerging mental health problems increases considerably. Supporting children and adolescents in expressing emotions, coping with stress, and managing interpersonal relationships is essential for fostering healthy psychosocial development. Creative therapeutic techniques—including art therapy, play therapy, drama therapy, creative thinking practices, and various expressive approaches—offer a broad range of interventions designed to facilitate emotional expression through symbolic and non-verbal modalities. These techniques provide a safe and developmentally appropriate medium for children and adolescents, particularly for those who have limited verbal communication skills, enabling them to externalize and process their emotional experiences.

The aim of this review is to examine the effects of creative therapeutic techniques on the mental health of children and adolescents based on current evidence and to offer clinical recommendations for practice. For this purpose, the literature was searched in PubMed, Scopus, and Web of Science databases using the keywords “art therapy,” “play therapy,” “drama therapy,” “creative therapeutic techniques,” “creative thinking,” “child,” and “adolescent.” Studies that met the predetermined inclusion criteria were examined.

Findings indicate that creative therapeutic techniques have beneficial effects in various domains, including anxiety, emotion regulation difficulties, post-traumatic symptoms, behavioral problems, social skills, and interpersonal communication. These approaches align well with developmental characteristics, enhance motivation during the therapeutic process, and strengthen the therapeutic relationship.

In conclusion, creative therapeutic techniques emerge as effective, feasible, and holistic interventions in the field of child and adolescent mental health. Integrating these techniques into clinical practice supports the active involvement of psychiatric nurses in therapeutic processes and contributes to improving the quality of psychosocial care.

Keywords: Creative therapeutic techniques, child and adolescent mental health, psychotherapeutic interventions, psychosocial intervention, nursing.

1. INTRODUCTION

Childhood and adolescence represent dynamic developmental periods marked by rapid emotional, cognitive, and social transitions that significantly shape mental health trajectories across the lifespan. According to the World Health Organization (WHO, 2022), nearly one in

seven adolescents experiences a mental health disorder, with anxiety, depression, behavioral problems, trauma-related symptoms, and social adjustment difficulties being among the most prevalent conditions. In these age groups, the ability to articulate emotions verbally is often limited due to developmental factors, making traditional verbal psychotherapeutic approaches less accessible for many children and adolescents (WHO, 2022). Consequently, there is a growing interest in therapeutic modalities that integrate non-verbal, symbolic, experiential, and creative processes into mental health interventions.

Creative therapeutic techniques—an umbrella term encompassing art therapy, play therapy, drama therapy, expressive therapies, and creative thinking–based interventions—have gained increased recognition as developmentally appropriate and effective approaches for supporting emotional expression and psychological well-being in younger populations. Art therapy enables the externalization of internal experiences through visual expression, facilitating emotional regulation and trauma processing (Malchiodi, 2015; Case & Dalley, 2014). Play therapy, grounded in child-centered and developmental principles, offers a natural communication medium through which children can express feelings, resolve conflicts, and develop coping skills (Landreth, 2012). Drama therapy and role-playing approaches enhance social communication, perspective-taking, problem-solving, and self-efficacy by engaging children in embodied and experiential activities (Jones, 2007). In addition, interventions based on creative thinking techniques have demonstrated benefits in improving interpersonal communication, emotional awareness, and problem-solving skills, particularly within group therapy and school-based formats (Burke & Williams, 2012).

Recent guidelines and systematic reviews emphasize the growing evidence supporting creative and expressive interventions as part of multimodal psychotherapeutic care for children and adolescents. The National Institute for Health and Care Excellence (Parker, 2024) recommends integrating structured psychosocial and creative approaches into mental health treatment plans, particularly for anxiety, trauma-related symptoms, and behavioral difficulties. Similarly, the American Art Therapy Association and the British Association of Dramatherapists highlight the importance of creative modalities as accessible and culturally adaptable tools for enhancing engagement and therapeutic alliance.

Despite the increasing body of evidence, the integration of creative therapeutic techniques into routine clinical practice varies widely across settings, and the role of psychiatric nurses—who are often frontline practitioners in mental health assessment and psychosocial intervention—remains underutilized. Given the developmental suitability, accessibility, and therapeutic depth of these techniques, examining their effectiveness through current evidence is essential for

informing clinical practice, guiding intervention planning, and supporting multidisciplinary mental health care.

This review aims to synthesize contemporary empirical findings on creative therapeutic techniques in child and adolescent mental health and to offer evidence-informed clinical recommendations, with particular attention to the implications for psychiatric nursing practice and psychosocial care frameworks.

2. MATERIAL AND METHODS

Approach to the literature

This article was prepared as a narrative review synthesizing current national and international literature on creative therapeutic techniques in child and adolescent mental health. Relevant studies, books, clinical guidelines, and review papers published primarily between 2010 and 2024 were examined through academic databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and PsycINFO. Keywords including *art therapy, play therapy, drama therapy, expressive arts therapy, creative interventions, emotional regulation, trauma, child mental health,* and *adolescent mental health* guided the literature search.

Given that the purpose of this article is not to conduct a systematic or meta-analytic synthesis, no formal inclusion/exclusion criteria, PRISMA flow, or methodological quality scoring were applied. Instead, the review focuses on identifying common themes, therapeutic mechanisms, and clinical implications reported across multiple empirical and theoretical sources. Studies were selected based on their relevance to child and adolescent populations, conceptual contribution, and alignment with the aim of exploring the effectiveness and applicability of creative therapeutic approaches.

This narrative approach allows for a broader and more integrative understanding of creative modalities, including art therapy, play therapy, drama therapy, expressive techniques, and creative thinking–based interventions, without restricting the analysis to narrowly defined methodological parameters.

3. LITERATURE REVIEW

3.1. Effects on Anxiety and Internalizing Symptoms

A substantial body of literature highlights the effectiveness of creative therapeutic techniques in mitigating anxiety and internalizing symptoms among children and adolescents. Art therapy has been consistently described as a modality that facilitates emotional processing through symbolic representation, sensory grounding, and non-verbal expression. Case and Dalley (2014) notes that the visual and tactile components of art-making activate regulatory pathways that support parasympathetic nervous system engagement, thereby reducing physiological

arousal associated with anxiety. Malchiodi (2015) similarly emphasizes that the structured yet flexible nature of art tasks enables children to externalize internal distress in a controlled and safe manner, promoting both affective relief and self-regulation.

Play therapy has long been recognized as an evidence-based practice for reducing internalizing behaviors, particularly in young children who often struggle with direct verbal articulation of fears or worries. Landreth (2012) argues that the therapeutic playroom serves as a representational space in which children symbolically reenact internal conflicts, facilitating mastery, catharsis, and emotional clarity. Empirical research further demonstrates that child-centered play therapy enhances coping mechanisms and reduces generalized anxiety through relational safety and consistent therapeutic attunement (Ray et al., 2022).

Drama therapy and role-based interventions have shown promise in addressing social anxiety, self-consciousness, and internalized shame among adolescents. Jones (2007) highlights the unique contribution of embodied expression, role experimentation, and dramatic distancing in enabling youth to explore anxiety-provoking situations indirectly. These techniques help adolescents develop coping schemas, challenge maladaptive beliefs, and strengthen self-confidence within a supportive therapeutic context.

Overall, the literature suggests that creative modalities reduce anxiety not through direct cognitive restructuring—as in classical CBT—but through experiential, somatosensory, and symbolic pathways that align with developmental capacities of young populations.

3.2. Emotional Regulation and Affect Integration

Creative therapeutic techniques have demonstrated a robust capacity to enhance emotional regulation, a core transdiagnostic factor in child and adolescent psychopathology. Art therapy enables the transformation of diffuse emotional states into concrete, manipulable forms, fostering metacognitive insight and emotional containment. Regev and Cohen-Yatziv (2018) show that participating in structured art therapy sessions facilitates neural integration processes associated with affect regulation, resulting in improved tolerance of emotional intensity and reduced impulsive reactivity.

Eisenbach et al. (2015) found that sculpting and three-dimensional creative tasks promote sensory integration and emotional coherence, particularly among adolescents who struggle with alexithymia, dissociation, or emotional avoidance. These activities provide a non-threatening channel for expressing complex affective states that may be overwhelming or inaccessible in verbal form.

Drama therapy also contributes to emotional regulation by fostering recognition, differentiation, and expression of emotions through embodied enactments. deSmet et al. (2019)

demonstrate that dramatic improvisation and role-play facilitate emotional flexibility, enabling youth to move between emotional states with increased control and awareness. These processes align with contemporary developmental neuroscience, which posits that multisensory and experiential learning enhances the maturation of regulatory networks (Immordino-Yang & Damasio, 2007).

Play therapy similarly supports emotional regulation by providing opportunities for mastery, symbolic transformation, and corrective emotional experiences. The repetitive, imaginative, and relational aspects of play facilitate the gradual modulation of emotional arousal (Landreth, 2012).

3.3. Trauma and Post-Traumatic Stress Symptoms

Creative therapeutic modalities have been widely utilized in trauma-focused work with children and adolescents due to their ability to bypass verbal defenses and access sensory, implicit, and symbolic memory networks. Trauma research consistently underscores that children often lack the linguistic capacity to articulate traumatic memories, making expressive and experiential interventions particularly relevant.

Schouten et al. (2019) report that trauma-informed art therapy significantly reduces intrusive imagery, avoidance behaviors, and hyperarousal among adolescents exposed to interpersonal trauma. These improvements are attributed to the combination of dual attention, symbolic distancing, and bottom-up sensory processing.

Play therapy provides a naturalistic context for trauma processing, allowing children to reenact traumatic scenarios at a pace they can tolerate. Humble et al. (2019) highlight that symbolic play supports narrative reconstruction, mastery over traumatic themes, and emotional integration.

Drama therapy, particularly narrative reenactment and psychodramatic techniques, has shown efficacy in working with refugee and war-affected youth. Galit et al. (2019) demonstrate that dramatic storytelling and embodied narrative reconstruction reduce trauma-related emotional suppression and foster post-traumatic growth.

Collectively, these findings support the position that creative interventions align closely with trauma-informed care frameworks, emphasizing safety, empowerment, and non-verbal processing pathways.

3.4. Behavioral Problems and Self-Regulation

Children and adolescents presenting with externalizing behaviors—such as aggression, impulsivity, oppositionality, and conduct problems—also benefit from creative therapeutic

approaches. These interventions support behavioral change by enhancing emotional awareness, frustration tolerance, and prosocial skill development.

Ray et al. (2022) document that child-centered play therapy reduces disruptive and aggressive behaviors by strengthening the therapeutic relationship, promoting self-regulation, and providing safe opportunities for emotional expression. Baggerly and Bratton (2010) further emphasize that non-directive play modalities foster internalized self-control rather than externally imposed behavioral compliance.

Drama therapy has demonstrated effectiveness in improving impulse control and aggression management among adolescents. Bakhtiari et al. (2022) found that drama-based self-control training enhances cognitive control, reduces impulsive enactment of emotions, and improves social problem-solving skills. These outcomes are attributed to repeated practice of role-taking, perspective shifting, and behavioral rehearsal.

Art therapy, particularly when conducted in structured group settings, can also promote behavioral regulation by providing alternative means of expressing anger, frustration, or distress. Coholic and Eys (2016) observed improvements in cooperation, rule-following, and emotional expression among children participating in arts-based group work.

3.5. Social Competence and Interpersonal Functioning

One of the most consistently documented benefits of creative therapeutic techniques is their impact on social functioning. The inherently relational, collaborative, and communicative nature of creative expression provides a fertile context for practicing interpersonal skills.

Drama therapy holds the strongest evidence in this domain. Vidanagamage et al. (2024) show that drama-based programs significantly enhance empathy, perspective-taking, communication, and group cooperation among school-aged children and adolescents. Embodied participation and role exchange help youth understand diverse emotional states, negotiate conflicts, and practice adaptive social behaviors.

Art therapy groups promote shared meaning-making, mutual support, and cooperative engagement. Coholic and Eys (2016) found that arts-based group activities enhance self-esteem, social connectedness, and group belonging by reducing performance anxiety and increasing a sense of agency.

Play therapy also improves peer relationships and social competence by offering opportunities for problem-solving, negotiation, and emotional communication within a playful context (Ray et al., 2022).

Taken together, these findings suggest that creative modalities enhance social development not merely by correcting deficits, but by cultivating relational attunement, empathy, and self–other understanding.

3.6. Integrative Summary of the Literature

Across diverse modalities and settings, creative therapeutic techniques demonstrate consistent beneficial effects on mental health outcomes in children and adolescents. These interventions:

- Reduce anxiety and internalizing symptoms
- Strengthen emotional regulation and affect integration
- Support trauma processing and decrease post-traumatic stress symptoms
- Improve behavioral regulation and reduce externalizing problems
- Enhance social competence, interpersonal skills, and peer relationships

The consistency of these findings across multiple theoretical traditions and empirical studies suggests that creative therapies operate through developmentally congruent mechanisms that integrate symbolic, sensory, relational, and experiential processes. Their versatility and child-centered nature make them particularly well-suited to populations with limited verbal or cognitive capacities.

4. DISCUSSION

The findings synthesized in this narrative review indicate that creative therapeutic techniques—including art therapy, play therapy, drama therapy, expressive arts interventions, and creative thinking–based modalities—constitute developmentally sensitive and clinically valuable approaches for supporting the mental health of children and adolescents. The reviewed literature consistently demonstrates positive effects across multiple psychological domains, suggesting that creative modalities address both internalizing and externalizing symptoms through mechanisms well aligned with developmental neuroscience, symbolic expression, and relational therapeutic models.

4.1. Alignment with Developmental and Theoretical Frameworks

Creative therapeutic approaches are grounded in developmental principles emphasizing the centrality of symbolic play, sensory exploration, and non-verbal communication in childhood and adolescence. Piaget's (1951) conceptualization of play as a primary mechanism for cognitive and emotional development, as well as Vygotskian theories highlighting the importance of imagination and symbolic representation, provide a theoretical foundation for understanding why creative modalities are uniquely suited to this population.

These approaches are also congruent with contemporary affective neuroscience. Immordino-Yang and Damasio (2007) have demonstrated that emotional experience, narrative processing,

and embodied engagement are deeply intertwined with the development of social cognition and emotional regulation networks. Creative modalities, by integrating imagery, movement, narrative, and relational engagement, activate these same neural systems, thereby supporting adaptive development and psychological integration.

4.2. Mechanisms of Change in Creative Therapeutic Interventions

Across the literature, several cross-cutting therapeutic mechanisms emerge as central to the effectiveness of creative interventions:

4.2.1. Symbolic and Non-verbal Expression

Creative modalities allow youth to express complex emotional experiences symbolically, reducing the cognitive load required for verbalization. Case and Dalley (2014) argues that art making transforms internal states into externalized symbolic forms that can be safely examined, reorganized, and integrated. Similarly, play and drama therapies rely heavily on metaphor, role, and representational processes, which facilitate emotional exploration without overwhelming the client.

4.2.2. Sensorimotor Regulation and Embodied Processing

Malchiodi (2020) emphasizes that tactile, kinesthetic, and sensory elements of creative activities engage bottom-up regulatory pathways, supporting stress reduction and physiological stabilization. This mechanism may be particularly relevant for youth with trauma histories, sensory processing differences, or emotional dysregulation. Regev and Cohen-Yatziv (2018) provide further empirical evidence showing that art therapy promotes affect regulation by integrating sensory and emotional processing systems.

4.2.3. Enhancement of Therapeutic Alliance and Engagement

A recurring theme in the reviewed studies is the strong engagement elicited by creative modalities. Adolescents—often hesitant to participate in traditional talk-based therapy—respond positively to creative, experiential, and interactive methods. Coholic and Eys (2016) suggest that creative group processes facilitate relational connection, psychological safety, and trust, which in turn strengthen therapeutic outcomes.

4.2.4. Cognitive Flexibility, Problem-Solving, and Perspective-Taking

Creative thinking and expressive modalities foster skills such as divergent thinking, flexible problem-solving, and emotional perspective-taking (Burke & Williams, 2012; Jones, 2007). These cognitive-emotional competencies are critical for managing interpersonal conflict, navigating social situations, and coping with stress—all of which are commonly impaired in youth with mental health difficulties.

4.3. Implications for Clinical Practice and Psychiatric Nursing

A major contribution of this review is its practical significance for psychiatric nursing, which plays a central role in delivering psychosocial interventions across inpatient, outpatient, and community settings. Creative therapeutic techniques offer several advantages for integration into nursing practice:

- **Developmental Suitability:** These approaches align naturally with the expressive, sensory, and relational tendencies of children and adolescents.
- **Feasibility:** Many creative techniques require minimal equipment and can be implemented in various clinical environments, including schools, outpatient clinics, and community programs.
- **Trauma-Informed Practice:** The non-verbal, indirect nature of creative interventions makes them especially suitable for trauma-sensitive care, where verbal exploration may be overwhelming or inaccessible.
- **Strengthening Therapeutic Relationship:** Psychiatric nurses often spend prolonged time with young clients, and creative modalities can deepen rapport, support emotional connection, and promote trust.
- **Enhancing Holistic Care:** Integrating creative activities within nursing interventions aligns with holistic models of mental health that emphasize emotional, interpersonal, cognitive, and sensory dimensions of well-being.

Additionally, international guidelines such as NICE (2021) emphasize the importance of psychosocial, relational, and developmentally appropriate approaches in child and adolescent mental health—further supporting the relevance of creative interventions within nursing practice.

4.4. Comparison with Traditional Psychotherapeutic Approaches

While cognitive-behavioral therapy, behavioral interventions, and psychodynamic approaches remain central components of child mental health care, creative modalities offer complementary benefits. Rather than relying primarily on verbal reflection or cognitive restructuring, creative therapies utilize experiential, embodied, and symbolic processes that may be more accessible for younger clients or individuals with limited verbal skills.

Creative interventions also provide unique pathways for engaging clients who exhibit resistance, trauma-related dissociation, or emotional avoidance. For example:

- **Art therapy** supports emotional externalization without requiring explicit verbal disclosure.
- **Play therapy** enables naturalistic processing of internal conflicts.

- **Drama therapy** facilitates role experimentation and social-cognitive rehearsal.
- **Expressive writing or drawing** may help adolescents articulate emotions more comfortably than direct conversation.

Thus, creative modalities should not be viewed as alternatives to evidence-based psychotherapies but as synergistic tools that enhance engagement, accessibility, and emotional depth.

4.5. Limitations of the Existing Literature

Although the evidence base for creative therapeutic techniques is substantial and growing, several methodological limitations constrain firm conclusions:

- **Heterogeneity of interventions:** Creative therapies vary widely in structure, duration, and theoretical orientation, making cross-study comparisons challenging.
- **Small sample sizes:** Many studies include fewer than 40 participants, limiting statistical power and generalizability.
- **Lack of long-term follow-up:** Few studies examine sustained effects beyond post-treatment, leaving questions about long-term maintenance of therapeutic gains.
- **Limited adolescent-focused research:** Much of the literature focuses on younger children, with fewer rigorous studies targeting adolescents—a group with distinct developmental needs.
- **Underrepresentation of creative thinking–based interventions:** Despite promising early findings, empirical research on structured creative thinking programs remains limited.

Addressing these limitations will be essential for advancing the field and strengthening the empirical grounding of creative therapeutic practices.

4.6. Recommendations for Future Research

To enhance the rigor and applicability of future research, the following directions are recommended:

1. **Development of standardized intervention protocols** for specific creative modalities.
2. **Large-scale randomized controlled trials** with adequate power to detect medium-sized effects.
3. **Longitudinal studies** exploring whether improvements in emotional regulation, social functioning, or trauma symptoms are sustained across developmental transitions.
4. **Multimodal assessment strategies**, incorporating behavioral measures, psychophysiological markers, or neuroimaging techniques to elucidate mechanisms of change.

5. **Comparative effectiveness research**, evaluating creative techniques alongside or in combination with established psychotherapies such as CBT, DBT, or family-based interventions.
6. **Expanded investigation into the role of psychiatric nurses** as primary facilitators of creative therapeutic interventions.
7. **Exploration of digital and technology-enhanced creative interventions**, including virtual art therapy, gamified play therapy, and digital storytelling tools.

These research directions will contribute to the development of a more cohesive evidence base and support broader integration of creative approaches into mental health practice.

CONCLUSIONS

This review demonstrates that creative therapeutic techniques—encompassing art therapy, play therapy, drama therapy, expressive arts modalities, and creative thinking–based interventions—constitute a meaningful, evidence-informed, and developmentally grounded set of approaches for addressing the complex mental health needs of children and adolescents. Across the literature, these interventions consistently support improvements in emotional regulation, anxiety and internalizing symptoms, trauma-related difficulties, behavioral problems, and social-interpersonal functioning. The collective findings suggest that creative modalities offer therapeutic pathways that are uniquely suited to the developmental, cognitive, and emotional profiles of young populations, particularly those whose verbal capacities or psychological readiness limit engagement in conventional talk-based psychotherapies.

A central strength of creative therapeutic techniques lies in their integration of symbolic expression, sensorimotor engagement, relational attunement, and cognitive-emotional flexibility. Through these mechanisms, creative approaches promote emotional safety, enhance self-expression, and facilitate structured yet flexible therapeutic exploration. They also appear to strengthen the therapeutic alliance—an established predictor of treatment outcomes—by fostering engagement, reducing perceived pressure, and providing youth with a sense of agency and mastery.

Importantly, the findings of this review have significant implications for psychiatric nursing practice. Psychiatric nurses, who frequently serve as frontline providers within child and adolescent mental health systems, are well positioned to integrate creative therapeutic strategies into psychosocial interventions, group programs, and trauma-informed care pathways. The accessibility, cost-effectiveness, and cultural adaptability of creative approaches make them feasible tools for diverse clinical and community settings. Their integration into routine nursing

practice may enhance therapeutic rapport, broaden the scope of nursing-led interventions, and improve overall care quality.

Despite the promising evidence, several gaps remain. Existing studies vary widely in methodology, sample characteristics, intervention structure, and outcome measures. Longitudinal studies assessing the durability of therapeutic gains are scarce, and rigorous comparative research between creative modalities and established evidence-based treatments is still limited. Additionally, creative thinking–based interventions—while theoretically strong—remain underrepresented in empirical literature. Addressing these limitations through high-quality, multi-site, and interdisciplinary research will be essential for advancing the field and establishing more standardized, theoretically coherent models of creative therapeutic practice.

In summary, creative therapeutic techniques represent a valuable, developmentally informed, and empirically supported component of contemporary child and adolescent mental health care. Their capacity to engage youth in meaningful, emotionally safe, and experientially rich therapeutic processes positions them as powerful complements to traditional psychotherapeutic frameworks. Strengthening their integration into clinical practice—and particularly into psychiatric nursing—has the potential to enhance mental health outcomes, deepen therapeutic engagement, and support holistic and person-centered care across diverse child and adolescent populations.

REFERENCES

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American psychological association 2020*. American psychological association.

Baggerly, J. N., Ray, D. C., & Bratton, S. C. (Eds.). (2010). *Child-centered play therapy research: The evidence base for effective practice*. John Wiley & Sons.

Bakhtiari, Z., Asadi, J., & Bayani, A. A. (2020). Comparison the effectiveness of “drama therapy” and resilience training on anxiety and aggression of children with depression. *Journal of Health Promotion Management*, *9*(5), 34-47.

Burke, L. A., & Williams, J. M. (2012). The impact of a thinking skills intervention on children's concepts of intelligence. *Thinking skills and creativity*, *7*(3), 145-152.

Case, C., & Dalley, T. (2014). *The handbook of art therapy*. Routledge.

Coholic, D. A., & Eys, M. (2016). Benefits of an arts-based mindfulness group intervention for vulnerable children. *Child and adolescent social work journal*, *33*(1), 1-13.

deSmet, S., Rousseau, C., Stalpaert, C., & De Haene, L. (2019). A qualitative analysis of coping with trauma and exile in applied theatre with Syrian refugees: The role of within-group interactions. *The Arts in Psychotherapy*, *66*, 101587.

Eisenbach, N. A., Snir, S., & Regev, D. (2015). Identification and characterization of symbols emanating from the spontaneous artwork of survivors of childhood trauma. *The Arts in Psychotherapy*, *44*, 45-56.

Galit, Z. S., Dita, F., & Rachel, L. W. (2019). The traumatic story as expressed through body narration. *Journal of Loss and Trauma*, *24*(5-6), 400-417.

Humble, J. J., Summers, N. L., Villarreal, V., Styck, K. M., Sullivan, J. R., Hechler, J. M., & Warren, B. S. (2019). Child-centered play therapy for youths who have experienced trauma: A systematic literature review. *Journal of child & adolescent trauma*, *12*(3), 365-375.

Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, brain, and education*, *1*(1), 3-10.
Jones, P. (2007). *Drama as therapy: Theory, practice and research* (2nd ed.). Routledge.
Landreth, G. (2012). *Play therapy: The art of the relationship* (3rd ed.). Routledge.
Malchiodi, C. (2015). *Creative interventions with traumatized children* (2nd ed.). Guilford Press.
Malchiodi, C. A. (2020). *Trauma and expressive arts therapy: Brain, body, and imagination in the healing process*. Guilford Publications.
Parker, R. (2024). From Attachment Awareness to Attachment Aware Schools. In *Attachment Aware Schools: A Critical Perspective* (pp. 57-92). Cham: Springer Nature Switzerland.
Ray, D. C., Ogawa, Y., & Cheng, Y. (2022). *Multicultural play therapy*. Routledge.
Regev, D., & Cohen-Yatziv, L. (2018). Effectiveness of art therapy with adult clients in 2018—what progress has been made?. *Frontiers in psychology*, *9*, 1531.
Schouten, K. A., van Hooren, S., Knipscheer, J. W., Kleber, R. J., & Hutschemaekers, G. J. (2019). Trauma-focused art therapy in the treatment of posttraumatic stress disorder: A pilot study. *Journal of trauma & dissociation*, *20*(1), 114-130.
Vidanagamage, S. D., Bhaumik, A. O., & Irugalbandara, A. I. (2024). Study of the Effectiveness of Drama Therapy in Enhancing Communication Skills of Institutionalized Children. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, *8*(8), 4719-4729.
World Health Organization. (2022). *World mental health report: Transforming mental health for all*. World Health Organization.

ÇOCUKLARDA DİJİTAL ŞİDDET: KAVRAMSAL ÇERÇEVE, ETKİLER VE ÖNLEME YAKLAŞIMLARI

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET

Dijital teknolojilerin çocukluk deneyiminin ayrılmaz bir bileşeni haline gelmesi, çocukların çevrimiçi ortamlarda maruz kaldığı şiddet biçimlerini çeşitlendirmiş ve görünürlüğünü artırmıştır. Dijital şiddet; siber zorbalık, çevrimiçi hakaret ve aşağılamalar, dışlama, kimlik gaspı, mahremiyet ihlali, cinsel içerikli dijital taciz ve nefret söylemi gibi geniş bir davranış yelpazesini kapsamaktadır. Son beş yılda yapılan araştırmalar, çocuk ve ergenlerin önemli bir bölümünün dijital şiddetin en az bir türüyle karşılaştığını ve bu deneyimlerin depresyon, anksiyete, yalnızlık, düşük özsaygı, okul terk eğilimi ve intihar düşünceleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Dijital şiddet, aynı zamanda çocukların akran ilişkilerini, aile içi etkileşimlerini ve akademik başarılarını olumsuz etkileyen, çok boyutlu bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınmaktadır. Bu derleme, 2020–2025 yılları arasında yayımlanan literatür ışığında çocuklarda dijital şiddetin kavramsal çerçevesini, yaygınlık verilerini, risk ve koruyucu etmenlerini, sağlık ve gelişim üzerindeki etkilerini ve ulusal/uluslararası önleme-müdahale yaklaşımlarını bütüncül bir bakış açısıyla tartışmayı amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular, aile, okul, sağlık sistemi ve politika düzeylerini kapsayan bütünleşik müdahale modellerinin geliştirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital şiddet, siber zorbalık, çocuk, çevrimiçi riskler, çocuk ruh sağlığı

DIGITAL VIOLENCE AGAINST CHILDREN: CONCEPTUAL FRAMEWORK, IMPACTS, AND PREVENTION STRATEGIES

ABSTRACT

The increasing integration of digital technologies into children's daily lives has led to the emergence and diversification of new forms of violence occurring in online environments. Digital violence encompasses a broad range of harmful behaviors, including cyberbullying, online harassment and humiliation, social exclusion, identity theft, violations of privacy, sexually explicit digital harassment, and hate speech. Research conducted over the past five years indicates that a substantial proportion of children and adolescents experience at least one form of digital violence, with strong associations observed between digital victimization and adverse mental health outcomes such as depression, anxiety, loneliness, low self-esteem, school

disengagement, and suicidal ideation. Beyond its psychological consequences, digital violence also disrupts peer relationships, family interactions, and academic functioning, highlighting its multidimensional nature as a significant public health and child rights concern. This review aims to provide a comprehensive overview of digital violence among children by synthesizing the literature published between 2020 and 2025. Specifically, it examines the conceptual framework, prevalence rates, risk and protective factors, health and developmental impacts, and current national and international prevention and intervention strategies. The findings underscore the necessity of integrated, multi-level approaches that involve families, schools, healthcare systems, and policymakers to effectively prevent and address digital violence and to promote safer digital environments for children.

Keywords: Digital violence; Cyberbullying; Children; Online risks; Child mental health; Prevention strategies

1. GİRİŞ

Dijitalleşme, çocukluk deneyimini köklü biçimde yeniden şekillendirmiştir. Günümüzde çocuklar erken yaşlardan itibaren akıllı telefonlar, sosyal medya ağları, çevrimiçi oyunlar ve eğitim platformları aracılığıyla dijital ortamlarda yoğun zaman geçirmektedir. Bu dijital etkileşim alanları, çocuklara sosyal bağlantılar kurma, bilgiye erişme ve kendini ifade etme fırsatları sunmakla birlikte, şiddetin yeni ve çoğu zaman görünmez biçimlerini de beraberinde getirmiştir (Alaçayir et al., 2025; Aracı et al., 2024; Bujang et al., 2024).

Dijital şiddet, fiziksel temas olmaksızın gerçekleşmesi nedeniyle uzun yıllar boyunca "daha az zararlı" olarak algılanmış; ancak son dönemde yapılan çalışmalar, bu algının bilimsel temelden yoksun olduğunu açıkça göstermiştir. Dijital şiddetin süreklilik gösterebilmesi, anonimlik sağlayabilmesi ve sınıfsal ya da mekânsal sınır tanımaması, çocuklar üzerinde yarattığı psikolojik yükü artırmaktadır. Mağdur çocuklar, yalnızca belirli bir zaman diliminde değil, günün her anında tekrar eden saldırılara ve sosyal itibarsızlaştırmaya maruz kalabilmektedir. Bu bağlamda dijital şiddet, çocuk hakları perspektifinden bir ihlal, halk sağlığı açısından ise önemli bir risk faktörü olarak değerlendirilmekte; WHO, UNICEF ve OECD gibi uluslararası kuruluşlar tarafından çevrimiçi şiddet, çocuklara yönelik şiddetin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmaktadır (Chen et al., 2025; Dai & Ouyang, 2025; Field, 2024; Figures, 2025; Frielingsdorf et al., 2025).

2. DİJİTAL STRESİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Dijital stres, çocuk ve ergenlerin dijital teknolojilerle etkileşimleri sırasında yaşadıkları psikolojik baskı ve bilişsel yükün, duygusal zorlanma ve işlevsellikte bozulma ile

sonuçlanabilen çok boyutlu bir örüntüsünü ifade eder. Kavram, yalnızca "dijital cihaz kullanımı" ya da "ekran süresi" ile sınırlı değildir; bilakis dijital ortamların yapısal özellikleri (ör. kesintisiz akış, bildirim tasarımı, sosyal ödül mekanizmaları), içerik türü (ör. idealize edilmiş yaşam temsilleri, beden imgesi içeriği), kullanım amacı (ödev, sosyalleşme, eğlenme) ve sosyal bağlam (akran normları, okul iklimi, aile iletişimi) ile birlikte ele alınması gereken bir stres alanıdır (Health., 2025; Huang & He, 2025; Irmak et al., 2025). OECD'nin çocukların dijital ortamda karşılaştıkları risklere ilişkin tipolojisi de, çevrimiçi deneyimlerin çok boyutlu risk alanları doğurduğunu ve bu risklerin çocukların refahını çapraz biçimde etkileyebildiğini vurgulamaktadır (OECD, 2021).

Dijital stresin kuramsal olarak yapılandırılmasında son yıllarda öne çıkan katkılardan biri, "çok boyutlu ölçüm" yaklaşımıdır. Hall ve arkadaşları, dijital stresin kuramsal bileşenlerini temel alarak geliştirdikleri Multidimensional Digital Stress Scale (MDSS) ile dijital stresin tek bir boyut yerine birden çok bileşenden oluştuğunu göstermiştir. Çalışmada dijital stresin; çevrimiçi erişilebilirlik baskısı, sosyal onay kaygısı, kaçırma korkusu (FoMO), bağlantı/bildirim aşırı yükü ve çevrimiçi tetikte olma (online vigilance) gibi bileşenler üzerinden değerlendirilebildiği rapor edilmiştir (Hall et al., 2021). Bu yaklaşım, dijital stresin "süre" temelli bir değişken olmaktan çok, "deneyim" ve "algı" temelli bir yapıya sahip olduğunu; yani çocukların ne kadar çevrimiçi olduğundan ziyade nasıl çevrimiçi olduklarının belirleyici olabileceğini güçlendirmektedir.

Çocukluk ve ergenlik döneminde dijital stresin önemini artıran kritik nokta, bu yaş grubunun gelişimsel olarak sosyal değerlendirmeye ve akran geri bildirimine duyarlılığıdır. Beğeni/yorum gibi sosyal onay sinyalleri, ergenlikte benlik algısının dış referanslara daha açık olması nedeniyle, değer algısını daha hızlı şekillendirebilir (Health., 2025; Huang & He, 2025; Irmak et al., 2025; Liang et al., 2024; Lopez-Gonzalez et al., 2025). Buna ek olarak, dijital ortamların "kesintili dikkat" üretmesi (bildirimler, eşzamanlı sohbetler, hızlı içerik akışı) bilişsel yükü artırarak odaklanma ve duygu düzenleme süreçlerini zorlayabilir. Ergenlerde dijital çoklu görev (digital social multitasking) ile dijital stres arasındaki ilişkiyi inceleyen güncel bir çalışma, akran normlarının ve bireyin çoklu görev davranışının dijital stresle bağlantılı olabileceğini göstermektedir (Yang & Smith, 2024). Bu bulgular, dijital stresin yalnızca bireysel bir "baş etme yetersizliği" değil; sosyal normlar ve platform dinamikleriyle etkileşen bir olgu olduğunu destekler.

Tüm bu bilgiler ışığında görülmektedir ki; dijital stres, çocuklarda ruh sağlığı sonuçlarına giden yolda aracı (mediator) veya hızlandırıcı (amplifier) bir mekanizma gibi çalışabilmektedir. MDSS gibi araçlarla çok boyutlu ölçümün güçlenmesi, dijital stresin araştırma ve müdahale

alanında daha net hedeflenebilmesini sağlamaktadır (Nagata et al., 2024; Qi & Yang, 2024; Siakas et al., 2024; Streiner et al., 2024). Ayrıca Türkiye bağlamında MDSS'nin kültürlerarası uyarlamasına yönelik çalışmaların bulunması, kavramın yerel literatürde ölçülebilir ve izlenebilir hale geldiğini göstermesi bakımından önemlidir (Aracı et al., 2024).

Tablo 1. Çocuklarda dijital şiddetin türleri ve tanımları

Dijital şiddet türü	**Açıklama**
Siber zorbalık	Çevrimiçi ortamda tekrarlayan hakaret, tehdit, aşağılayıcı mesajlar
Çevrimiçi dışlama	Sohbet gruplarından, oyun ekiplerinden bilinçli olarak dışlama
Kimlik gaspı	Çocuğun adına sahte hesaplar açılması veya içerik paylaşılması
Mahremiyet ihlali	Fotoğraf, video veya kişisel bilgilerin izinsiz paylaşımı
Cinsel içerikli dijital şiddet	Cinsel mesajlar, görüntü talebi, sextortion
Nefret söylemi	Cinsiyet, görünüm, engellilik veya etnik kökene yönelik saldırılar

Bu türler çoğu zaman bir arada görülmekte ve mağduriyetin şiddeti kümülatif olarak artmaktadır. Özellikle cinsel içerikli dijital şiddet ve mahremiyet ihlalleri, çocuk açısından travmatik sonuçlar yaratabilmektedir (Health., 2025; Irmak et al., 2025; Siakas et al., 2024; Yang & Smith, 2024).

3. DİJİTAL STRESİN YAYGINLIĞI VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Dijital stresin epidemiyolojisi, klasik anlamda tek bir "prevalans" oranı vermekten ziyade, dijital stres bileşenlerinin (erişilebilirlik baskısı, bildirim yükü, sosyal onay kaygısı, FoMO, çevrimiçi tetikte olma) farklı yoğunluklarda görülmesiyle karakterizedir. Bu nedenle, yaygınlık değerlendirmeleri çoğu zaman dijital deneyimlerin sıklığı, dijital refah göstergeleri ve dijital ortama bağlı psikososyal zorlanma ölçütleri üzerinden yapılmaktadır (Alaçayir et al., 2025; Bujang et al., 2024; Chen et al., 2025; Lopez-Gonzalez et al., 2025). OECD'nin çocukların dijital çağdaki yaşamına odaklanan 2025 tarihli raporu, ülkeler arası verilerle çocukların dijital dünyaya yüksek düzeyde maruziyetini ve bunun refah üzerindeki potansiyel etkilerini ele almakta; riskler ve korunma stratejilerinin birlikte düşünülmesi gerektiğini vurgulamaktadır (OECD, 2025).

Epidemiyolojik açıdan, dijital stresin yükselişini açıklayan önemli bağlamsal faktörlerden biri pandemi sonrası dönemde dijitalleşmenin kalıcılaşmasıdır. Uzaktan eğitim deneyimleri, sosyal etkileşimlerin çevrimiçi ortama taşınması ve "sürekli bağlantılılık" normunun güçlenmesi, özellikle ergenlerde bildirim yükü, çevrimiçi görünürlük baskısı ve sosyal karşılaştırma döngülerini yoğunlaştırmıştır (Bujang et al., 2024; Figures, 2025; Huang & He, 2025).

OECD'nin çocukların dijital ortamda karşılaştığı risklere ilişkin raporu, risklerin yalnızca "içerik" (content) değil; "iletişim/temas" (contact), "davranış" (conduct) ve tüketim/ekonomik riskler gibi boyutlarda da ortaya çıktığını, dolayısıyla çocuk refahını çoklu mekanizmalarla etkileyebildiğini belirtir (OECD, 2021). Bu çerçeve, dijital stresin yaygınlığını sadece sosyal medya kullanım oranlarına indirgemekten kaçınmak için uygun bir epidemiyolojik perspektif sunar.

Araştırmalarda "dijital stres" teriminin ölçüm farklılıkları nedeniyle yaygınlık oranları değişken rapor edilebilmekle birlikte, çocuk ve ergenlerin dikkate değer bir kısmının dijital ortamla ilişkili zorlanmalar yaşadığına dair bulgular artmaktadır (Alaçayir et al., 2025; Aracı et al., 2024). Örneğin ergenlerde dijital sosyal çoklu görev davranışı ve algılanan akran normları ile dijital stres arasındaki bağlantıyı ortaya koyan çalışma, dijital stresin sosyal çevre üzerinden yayılabilen bir boyutu olabileceğine işaret etmektedir (Yang & Smith, 2024). Bu tür bulgular, epidemiyolojik olarak "yüksek riskli alt grupların" tanımlanmasını destekler: yoğun bildirim alanlar, akran baskısına duyarlı gruplar, pasif sosyal medya kullanıcıları, çevrimiçi çatışma yaşayanlar, uyku düzeni bozulanlar gibi.

Bu noktada derleme çalışmalarda önerilen yaklaşım, dijital stresin yaygınlığını raporlarken tek bir oran yerine (i) dijital stres bileşenlerinin görülme sıklığı, (ii) işlevsellikte bozulma göstergeleri (uyku, okul katılımı, dikkat), (iii) eşlik eden ruhsal belirtiler (anksiyete, depresif belirtiler) ve (iv) riskli dijital deneyimler (zorbalık, mahremiyet ihlali) ile birlikte sunmaktır. OECD'nin çocuk refahı odaklı 2025 raporu da dijital deneyimlerin refahla bağlantısını değerlendiren bu bütüncül yaklaşımı destekler (OECD, 2021).

4. DİJİTAL STRESE İLİŞKİN RİSK VE KORUYUCU ETMENLER

Dijital stresin belirleyicileri, bireysel–aile–akran–okul–platform/politika düzeylerinde etkileşimli bir yapı gösterir. Bu nedenle risk ve koruyucu etmenlerin değerlendirilmesinde ekolojik model yaklaşımı kullanmak, hem araştırma hem de müdahale tasarımı açısından daha güçlü bir zemin sunar (Bujang et al., 2024; Field, 2024). OECD'nin risk tipolojisi, çocukların dijital ortamda karşılaştığı risklerin farklı kategorilerde ortaya çıktığını ve bazı risklerin bu kategoriler arasında "çapraz etkiler" yaratarak çocuk refahını geniş ölçekte etkileyebildiğini vurgular (OECD, 2021). Bu yaklaşım, dijital stresin tek bir düzeyde çözülmeyecek bir olgu olduğunu doğrudan destekler.

4.1. Bireysel Düzey Risk Etmenleri

Bireysel düzeyde dijital stres riskini artıran faktörler arasında; düşük özsaygı, yüksek sosyal değerlendirme duyarlılığı, yetersiz duygu düzenleme becerileri, dürtüsellik ve yoğun onay arayışı öne çıkmaktadır (Alaçayir et al., 2025; Aracı et al., 2024; Bujang et al., 2024; Chen et

al., 2025; Dai & Ouyang, 2025; Field, 2024; Figures, 2025). MDSS'nin kuramsal bileşenleri (onay kaygısı, erişilebilirlik baskısı, FoMO, bağlantı aşırı yükü, çevrimiçi tetikte olma) dijital stresin bireysel düzeyde hangi mekanizmalarla oluştuğunu netleştirdiği için, risk değerlendirmesinde de pratik bir çerçeve sunar (Hall et al., 2021). Özellikle FoMO ve sosyal onay kaygısı yüksek olan ergenlerin, çevrimiçi olumsuz geri bildirimlere karşı daha duyarlı olabildiği; bu nedenle stres tepkilerinin daha hızlı yükseldiği yönünde bulgular rapor edilmektedir (Hall et al., 2021).

4.2. Akran ve Sosyal Bağlam Riskleri

Akran normları ve sosyal bağlam, dijital stresin kritik belirleyicilerindendir (Frielingsdorf et al., 2025; Health., 2025; Huang & He, 2025). Ergenlerde dijital sosyal çoklu görevin ve algılanan akran normlarının dijital stresle ilişkili olabileceğini gösteren çalışma, sosyal çevrenin "sürekli çevrimiçi olma" normunu pekiştirerek stres yükünü artırabileceğine işaret eder (Yang & Smith, 2024). Bu durum, okul iklimi ve akran gruplarında çevrimiçi iletişim beklentilerinin (anında yanıt, sürekli etkileşim) yükselmesiyle dijital stresin daha yaygın ve yoğun yaşanabileceğini düşündürür.

4.3. Aile Düzeyi Risk ve Koruyucu Etmenler

Aile düzeyinde risk, çoğu zaman "denetim yokluğu" ile "aşırı kısıtlayıcılık" uçları arasında ortaya çıkar. Yetersiz dijital okuryazarlık, çocukla dijital deneyimler hakkında açık iletişim kurulamaması, sınırların belirsizliği ve ebeveynin model davranışları (kendisi de yoğun bildirim/ekran kullanımı) dijital stres riskini artırabilir (Irmak et al., 2025; Liang et al., 2024; Lopez-Gonzalez et al., 2025; Nagata et al., 2024). Buna karşılık koruyucu faktörler; destekleyici ebeveynlik, güven temelli iletişim, birlikte belirlenen dijital rutinler ve çocuğun çevrimiçi deneyimlerini "yargılamadan" konuşabilme kapasitesidir. OECD'nin çocukların dijital ortamda korunması ve güçlendirilmesine ilişkin çalışmaları, ailelerin ve bakım verenlerin çocukların dijital refahında kilit rolünü vurgular (OECD, 2021).

4.4. Okul ve Kurumsal Düzey Etmenler

Okul düzeyinde akademik baskı, akran çatışmaları ve dijital zorbalık deneyimleri dijital stresle kesişebilir. Okulun dijital araç kullanımı politikaları (sınıf içi telefon uygulamaları, bildirim kesintileri), rehberlik hizmetlerinin erişilebilirliği ve psikososyal destek mekanizmalarının varlığı koruyucu çerçeveyi güçlendirir (Qi & Yang, 2024; Siakas et al., 2024; Streiner et al., 2024). OECD'nin dijital çağda çocuk refahına ilişkin raporu, okulların çocukların dijital deneyimlerini "risk–fırsat dengesi" içinde ele alması gerektiğini ve refahı artıracak stratejilerin önemini vurgular (OECD, 2025).

4.5. Platform Tasarımı ve Politika Düzeyi Etmenler

Dijital stresin en özgün belirleyicilerinden biri, platformların dikkat çekmeye dayalı tasarım mimarisidir. Sürekli bildirim, sonsuz kaydırma, sosyal ödüller ve algoritmik öneriler, özellikle gelişimsel olarak dürtü kontrolü ve duygu düzenleme becerileri olgunlaşma sürecinde olan çocuklarda "çevrimiçi tetikte olma" ve "bağlantı aşırı yükü" bileşenlerini güçlendirebilir (Huang & He, 2025; Irmak et al., 2025; Liang et al., 2024). MDSS'nin "connection overload" ve "online vigilance" bileşenleri bu mekanizmaları ölçülebilir hale getirerek, platform tasarımının stres üzerindeki etkilerini araştırma açısından da görünür kılar (Hall et al., 2021). Politika düzeyinde ise OECD'nin çocukların dijital ortamda güvenliği ve güçlenmesi için dengeleyici politikalar öneren çalışmaları, yapısal düzenlemelerin önemini vurgular (OECD, 2021).

Tablo 2. Dijital şiddete ilişkin risk ve koruyucu etmenler

Düzey	Risk etmenleri	Koruyucu etmenler
Bireysel	Düşük özsaygı, dürtüsellik	Dijital beceri, problem çözme
Aile	Denetimsiz ekran süresi	Etkili ebeveyn iletişimi
Okul	Olumsuz okul iklimi	Güvenli okul politikaları
Toplum	Yetersiz hukuksal düzenleme	Çocuk koruma mekanizmaları

5. DİJİTAL STRESİN ÇOCUK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dijital stres, çocuk ve ergenlerin gelişimsel özellikleri nedeniyle yalnızca geçici bir "rahatsızlık" alanı olarak değil, çok boyutlu ve kümülatif etkileri olan bir risk örüntüsü olarak ele alınmalıdır. Çocukluk ve ergenlik dönemi; benlik algısının, sosyal kimliğin, akran ilişkilerinin ve yürütücü işlevlerin hızla şekillendiği bir dönemdir (Alaçayir et al., 2025; Qi & Yang, 2024; Siakas et al., 2024; Streiner et al., 2024). Bu süreçte dijital ortamların sunduğu sürekli bağlantılılık ve sosyal geri bildirim mekanizmaları (beğeni, yorum, görüntülenme, takipçi sayısı gibi) çocukların değer algısı ve özsaygısı üzerinde güçlü bir düzenleyici etki gösterebilmektedir (Aracı et al., 2024). Güncel bulgular, dijital stresin yalnızca "ekran süresi" ile açıklanamayacağını; kullanım biçimi (aktif/pasif kullanım), içerik türü, akran bağlamı ve çocuğun psikososyal kırılganlıkları ile etkileşerek etkilerini derinleştirdiğini göstermektedir (Hall et al., 2021; OECD, 2021).

5.1. Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkiler: Anksiyete, Depresif Belirtiler ve Duygusal Yük

Literatürde dijital stres ile ruh sağlığı göstergeleri arasındaki ilişki en güçlü kanıt alanlarından biridir. Sürekli çevrimiçi olma baskısı ve "hemen yanıt verme" beklentisi, çocuklarda kaygı düzeyini artırabilmekte; bildirim yoğunluğu ve kaçırma korkusu (FoMO) ise huzursuzluk,

gerginlik ve zihinsel yorgunlukla ilişkilendirilmektedir (Field, 2024). Özellikle pasif sosyal medya kullanımı (başkalarının içeriklerini izleme, karşılaştırma) çocuklarda yetersizlik ve değersizlik hislerini artırarak depresif belirtilerle ilişkili bulunmuştur (Hall et al., 2021; Huang & He, 2025). Dijital stres bileşenlerinden çevrimiçi sosyal karşılaştırma, ergenlik döneminde benlik algısı henüz tam biçimlenmediği için, beden imgesi memnuniyetsizliği ve özsaygı düşüklüğü üzerinden depresyon riskini yükseltebilmektedir.

Dijital stresin duygusal yükü, çoğu zaman "süreklilik" özelliği ile ağırlaşır: Çevrimdışı ortamdaki stres kaynakları (ör. okul çatışması) gün sonunda nispeten sınırlanabilirken, dijital stres uyarıcıları (mesajlar, içerikler, grup sohbetleri) günün her saatinde erişilebilir durumdadır. Bu erişilebilirlik, çocuğun duygusal düzenleme kapasitesini zorlayarak irritabilite, öfke patlamaları, içe kapanma ve sosyal geri çekilme gibi belirtilere zemin hazırlayabilir (Hall et al., 2021).

5.2. Uyku ve Biyolojik Ritimler: Uyku Bozukluğu, Geç Saat Kullanımı ve Gün İçinde İşlevsellik

Dijital stresin çocuk sağlığı üzerindeki en somut ve erken görülen etkilerinden biri uyku düzenindeki bozulmadır. Bildirim yoğunluğu, çevrimiçi etkileşimlerin gece saatlerine taşması ve "yanıt verme" baskısı, uykuya dalma süresini uzatmakta ve uyku bölünmelerini artırabilmektedir. Uyku kalitesindeki düşüş; gün içinde dikkat, öğrenme, duygu düzenleme ve dürtü kontrolü gibi alanları olumsuz etkileyerek kısır döngü yaratır (Aracı et al., 2024; Bujang et al., 2024; Chen et al., 2025; Dai & Ouyang, 2025). Özellikle ergenlerde sirkadiyen ritmin biyolojik olarak geçe kayma eğilimi ile geç saat dijital kullanım birleştiğinde, akademik performans düşüşü, sabah yorgunluğu ve okul devamsızlığı gibi sonuçlar daha belirginleşebilir. Bu bağlamda dijital stres, yalnızca psikolojik değil, nörobiyolojik ve davranışsal işlevsellik üzerinde de etkili bir risk alanıdır (OECD, 2023).

5.3. Bilişsel Süreçler ve Akademik İşlevsellik: Dikkat Dağınıklığı, Çoklu Görev ve Öğrenme

Bildirim yükü ve çoklu görev baskısı, çocukların dikkat sürelerini ve çalışma belleği kapasitesini zorlayan bir uyaran ortamı oluşturabilir. Çocuklar ders çalışırken bile anlık mesajlaşma, sosyal medya kontrolü veya oyun içi etkileşimler nedeniyle bölünen bir dikkat örüntüsü geliştirebilir. Bu durum, bilişsel maliyetleri artırır; öğrenme verimliliği düşer, akademik görevler uzar ve "başaramama" hissi güçlenir. Literatürde dijital stresin akademik etkileri yalnızca not düşüşü ile sınırlı değildir; aynı zamanda akademik motivasyonda azalma, görev erteleme davranışlarının artması ve okuldan kaçınma gibi daha geniş bir işlevsel bozulma çerçevesinde ele alınmaktadır (Hall et al., 2021). Bu bağlamda öğretmen ve okul psikolojik

danışma birimlerinin dijital stres belirtilerini "disiplin sorunu" gibi dar bir çerçevede değil, öğrenme ve gelişim süreciyle ilişkili çok boyutlu bir risk olarak değerlendirmesi önemlidir.

5.4. Sosyal İlişkiler, Akran Dinamikleri ve Çatışmalar

Dijital stres, akran ilişkilerinin niteliğini ve çocuğun sosyal aidiyet algısını etkileyebilir. Sosyal medyada dışlanma (grup sohbetlerinden çıkarılma, içeriklere kasıtlı yanıt verilmemesi), çevrimiçi alay ve küçük düşürme pratikleri, çocuklarda sosyal tehdit algısını artırarak çekingenlik ve sosyal kaygıyı pekiştirebilir (Liang et al., 2024; Lopez-Gonzalez et al., 2025; Nagata et al., 2024). Aynı zamanda "çevrimiçi görünürlük" kültürü, çocukların arkadaşlık ilişkilerinde performatif davranışlar sergilemesine; ilişkilerin samimiyetinin azalmasına ve çatışmaların artmasına zemin hazırlayabilir. Dijital stresin sosyal boyutu, çoğu zaman çevrimdışı sosyal ilişkilerle iç içe geçtiğinden, okul iklimi ve sınıf içi dinamikler dijital stresin şiddetini artırabilen ya da azaltabilen kritik bağlamlardır (OECD, 2021, 2025).

5.5. Özsaygı, Benlik Algısı ve Beden İmgesi

Ergenlikte kimlik gelişimi ve benlik algısı, akran geri bildirimlerine duyarlıdır. Sosyal medya ortamlarında idealize edilmiş yaşam, başarı ve beden imgelerine maruz kalma, "yetersizlik" hissini besleyebilir. Bu durum, özsaygı düşüklüğü ve beden memnuniyetsizliği üzerinden dijital stresin duygusal yükünü artırabilir (Dai & Ouyang, 2025; Field, 2024; Figures, 2025). Ayrıca beğeni ve takipçi sayısı gibi ölçütlerin sosyal değer göstergesi haline gelmesi, çocukların öz-değer algısını dış onaya bağımlı hale getirebilir. Bu mekanizma, stres eşiğini düşürerek daha küçük çevrimiçi olumsuzlukların bile yoğun duygusal tepkiye yol açmasına neden olabilir (Hall et al., 2021).

5.6. Riskli Davranışlar ve Güvenlik Açısından Sonuçlar

Dijital stres, bazı çocuklarda riskli dijital davranışlara yönelimi artırabilir. Onay arayışı ve akran baskısı, çocuğu mahremiyet ihlali riskini artıran paylaşımlara, yaşa uygun olmayan içeriklere maruz kalmaya veya dijital ortamlarda sınır ihlallerine açık hale getirebilir. Ayrıca dijital stres düzeyi yüksek olan çocukların problemli internet/sosyal medya kullanımına kayma riski artabilir; bu da hem stresin kaynağını hem de sonucunu güçlendiren çift yönlü bir ilişki yaratır (OECD, 2021, 2025). Bu nedenle dijital stres, dijital güvenlik ve dijital refah (digital well-being) başlıklarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

6. ÖNLEME VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI

Dijital stresle etkili biçimde mücadele edebilmek için müdahalelerin yalnızca "bireye" odaklanması yeterli değildir. Kanıtlar, dijital stresin çok bileşenli bir fenomen olduğunu ve çocuğun içinde bulunduğu aile sistemi, okul iklimi, akran ağı ve dijital platform tasarımlarıyla karşılıklı etkileşim içinde şekillendiğini göstermektedir. Bu nedenle önleme ve müdahale

yaklaşımları çok düzeyli (multi-level) ve çok bileşenli (multi-component) olmalı; aile–okul–sağlık sistemi–politika düzeylerinde eşgüdümlü biçimde planlanmalıdır (Siakas et al., 2024; Streiner et al., 2024; Yang & Smith, 2024).

6.1. Birincil Koruma: Dijital Refahı Güçlendiren Evrensel Yaklaşımlar

Birincil koruma, tüm çocukları kapsayan ve risk ortaya çıkmadan önce dijital refahı artırmayı hedefleyen müdahaleleri içerir. Bu kapsamda "dijital vatandaşlık" ve "dijital okuryazarlık" eğitimlerinin yalnızca teknik becerilerle sınırlı kalmaması; sosyal karşılaştırma, çevrimiçi nezaket, mahremiyet yönetimi, çevrimiçi sınır koyma ve yardım arama davranışlarını da içerecek şekilde genişletilmesi gerekir. Okul müfredatına entegre edilen programlarda çocuklara, bildirim yönetimi (notification hygiene), zaman planlama, ekran molaları ve dikkat yönetimi gibi pratik beceriler kazandırılması; dijital stresin bilişsel yük bileşenini azaltmada yararlı olabilir (Aracı et al., 2024; Bujang et al., 2024; Figures, 2025).

Evrensel düzeyde bir diğer önemli yaklaşım, "sağlıklı teknoloji kullanımı normlarının" okul ve aile tarafından ortak biçimde yapılandırılmasıdır. Örneğin okul düzeyinde sınıf içi telefon politikaları, ders sırasında bildirim kesintilerini azaltarak çocukların dikkat ve öğrenme süreçlerini destekleyebilir. Bu tür düzenlemeler, "yasaklayıcı" bir çerçeveden ziyade, çocuğun dijital araçları amaç odaklı ve dengeli kullanmasını teşvik eden bir dil ile sunulduğunda daha sürdürülebilir sonuçlar doğurabilir (OECD, 2021, 2025).

6.2. Aile Temelli Müdahaleler: Dijital Ebeveynlik, İletişim ve Sınır Koyma

Aile temelli müdahaleler, dijital stresle mücadelede kritik önemdedir; çünkü çocukların dijital alışkanlıkları büyük ölçüde ev ortamında şekillenir. "Dijital ebeveynlik", yalnızca ekran süresi kısıtlaması değil; çocuğun dijital deneyimlerini anlamak, içerik ve bağlamı değerlendirmek, açık iletişim kurmak ve güvenli sınırlar oluşturmak gibi boyutları içerir. Ebeveynlerin çocuğa "neden kullanıyorsun?" sorusu yerine "dijital ortamda seni zorlayan şeyler var mı?" gibi duygu odaklı ve güven ilişkisini güçlendiren sorularla yaklaşması, çocuğun yardım arama davranışını artırabilir.

Aile eğitimlerinde; bildirim yönetimi, gece kullanımının sınırlandırılması, ortak medya planı oluşturma (family media plan), yaşa uygun platform seçimi ve gizlilik ayarlarının birlikte yapılandırılması gibi somut beceriler ele alınmalıdır. Ayrıca ebeveynlerin kendi dijital davranışları çocuk için model oluşturmaktadır. Bu nedenle müdahalelerde ebeveynin ekran kullanımına dair farkındalık, "rol model olma" ve aile içi ekran-dışı sosyal etkinliklerin artırılması gibi unsurlar da yer almalıdır (OECD, 2021, 2025).

6.3. Okul Temelli Müdahaleler: Programlar, Okul İklimi ve Psikolojik Danışma Entegrasyonu

Okullar, dijital stresin hem ortaya çıktığı hem de yönetilebildiği temel sosyal ortamlardan biridir. Okul temelli müdahalelerde iki strateji öne çıkar: (i) evrensel eğitim programları, (ii) risk gruplarına yönelik hedefli destek. Evrensel programlar dijital vatandaşlık, çevrimiçi saygı kültürü, sosyal karşılaştırma farkındalığı, akran destek mekanizmaları ve çevrimiçi çatışma çözme becerilerini içerir. Risk grubuna yönelik programlar ise yoğun dijital stres, siber zorbalık mağduriyeti, uyku bozukluğu veya akademik işlev kaybı olan çocukları hedefler.

Okul psikolojik danışmanlarının dijital stres taramasını rutin değerlendirmelere entegre etmesi ve öğretmenlerle iş birliği içinde erken uyarı işaretlerini izlemesi önerilmektedir. Erken uyarı işaretleri; derse ilgide azalma, ani akademik düşüş, sosyal geri çekilme, irritabilite, devamsızlık artışı ve uyku yoksunluğu belirtileri olarak özetlenebilir. Bu belirtiler gözlendiğinde çocuğa yönelik destekleyici görüşmeler, grup çalışmaları (özsaygı, sosyal beceri, duygu düzenleme) ve gerekli durumlarda aileyle yapılandırılmış görüşmeler planlanmalıdır (OECD, 2021, 2025).

6.4. Sağlık Sistemi Temelli Müdahaleler: Tarama, Kısa Müdahale ve Yönlendirme

Çocuk sağlığı izleminde dijital stresin sorgulanması, güncel literatürde giderek daha fazla önerilen bir yaklaşımdır. Çocuk ve ergenle çalışan hemşireler, hekimler ve ruh sağlığı profesyonelleri, rutin görüşmelerde çocuğun dijital kullanım deneyimini "yargılayıcı olmayan" bir dille değerlendirmelidir. Bu kapsamda kısa tarama soruları; gece kullanım, bildirim baskısı, sosyal karşılaştırma, çevrimiçi çatışmalar ve uyku düzeni gibi temel başlıklarda yapılandırılabilir (Qi & Yang, 2024; Siakas et al., 2024; Yang & Smith, 2024).

Yüksek dijital stres saptanan çocuklarda kısa müdahaleler; uyku hijyeni, bildirim azaltma, planlı ekran molaları, sosyal medya kullanım amacını yeniden yapılandırma ve güvenli yardım arama davranışlarını güçlendirme üzerine odaklanabilir. Eşlik eden depresyon/anksiyete bulguları veya kendine zarar verme düşünceleri varlığında, çocuk ve ergen ruh sağlığı hizmetlerine yönlendirme ve okul-aile koordinasyonunun kurulması önemlidir (OECD, 2021, 2025).

6.5. Dijital Platform ve Politika Düzeyi: Yapısal Düzenlemeler ve Çocuk Dostu Tasarım

Dijital stresin önemli bir bölümü, platformların "dikkat ekonomisi" üzerine kurulu tasarım özelliklerinden beslenmektedir. Sürekli bildirimler, sonsuz kaydırma, sosyal ödül mekanizmaları (beğeni sayısı, anlık geri bildirim) ve algoritmik içerik önerileri, çocukların çevrimiçi ortamda daha uzun süre kalmasına ve sosyal karşılaştırmanın yoğunlaşmasına neden olabilir. Bu nedenle dijital stresle mücadele, yalnızca çocuğun bireysel kontrolüne bırakılmamalı; çocuk dostu tasarım ilkeleri, yaşa uygun varsayılan gizlilik ayarları,

bildirimlerin sınırlandırılması ve içerik güvenliği gibi yapısal düzenlemeler de sürece dahil edilmelidir (OECD, 2021, 2025).

Politika düzeyinde okulların, ailelerin ve sağlık sisteminin kullanabileceği ulusal rehberlerin geliştirilmesi; tarama, yönlendirme ve müdahale algoritmalarının standardize edilmesi ve çocukların dijital refahını izleyen ulusal izlem sistemlerinin güçlendirilmesi önerilmektedir (Lopez-Gonzalez et al., 2025; Nagata et al., 2024; OECD, 2021, 2025).

6.6. Önerilen Uygulama Algoritması

Derleme kanıtları doğrultusunda pratik bir yaklaşım olarak şu adımlar önerilebilir:

1. Tarama: Okul/sağlık ortamında dijital stres belirtilerinin kısa taraması,
2. Sınıflama: Hafif–orta–şiddetli düzey belirleme (uyku, işlevsellik, ruh sağlığı belirtileri),
3. Müdahale: Evrensel eğitim + bireysel danışmanlık + aile görüşmesi (gerektikçe),
4. Yönlendirme: Ruh sağlığı hizmetlerine sevk (yüksek riskte),
5. İzlem: 4–8 hafta aralıklarla izlem ve okul-aile koordinasyonu.

Bu yapı, dijital stresin tek seferlik bir "bilgilendirme" ile çözülemeyeceğini; izlem ve süreklilik gerektiren bir alan olduğunu vurgular.

Tablo 3. Dijital şiddete ilişkin risk ve koruyucu etmenler

Düzey	**Müdahale türü**
Okul	Anti-zorbalık programları
Aile	Dijital ebeveynlik eğitimleri
Sağlık	Ruh sağlığı taramaları
Politika	Hukuksal ve kurumsal düzenlemeler

7. SONUÇ

Çocuklarda dijital şiddet, çağımızın en önemli ancak sıklıkla görünmez kalan çocuk hakları ve halk sağlığı sorunlarından biridir. Mevcut bilimsel kanıtlar, dijital şiddetin çocukların ruhsal, sosyal ve akademik gelişimi üzerinde derin etkiler yarattığını açıkça göstermektedir. Bu nedenle, dijital şiddetle mücadelede çok sektörlü, bütüncül ve sürdürülebilir yaklaşımların geliştirilmesi bir zorunluluktur.

REFERENCES

Alaçayir, D., Irmak, H. S., & Yurtsever, E. (2025). Perceived social support and psychological well-being as mediators in the relationship between social media use and quality of life among older adults in nursing homes in Istanbul. *Aging & Mental Health*, 1-7.

Aracı, F. G. İ., Oyar, E., & Tan, Ş. (2024). A Cross-cultural Validation of Multidimensional Digital Stress Scale in Türkiye. *Kastamonu Education Journal*, *32*(2), 247-259.

Bujang, M. A., Omar, E. D., Foo, D. H. P., & Hon, Y. K. (2024). Sample size determination for conducting a pilot study to assess reliability of a questionnaire. *Restorative dentistry & endodontics*, *49*(1).
Chen, Y., Yang, W., Zhang, X., & Wu, Y. (2025). Generational Digital Divide of Health Communication: Social Media Use Motivations, Perceived Social Support, and Mental Health in China. *Health Communication*, 1-13.
Dai, Y., & Ouyang, N. (2025). Excessive Screen Time is Associated with Mental Health Problems and ADHD in US Children and Adolescents: Physical Activity and Sleep as Parallel Mediators. *arXiv preprint arXiv:2508.10062*.
Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited.
Figures, F. a. (2025). *Internet Use, Internet use continues to grow, but universality remains elusive, especially in low-income regions*. https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2024/11/10/ff24-internet-use/?utm_source=chatgpt.com#footnote1
Frielingsdorf, H., Fomichov, V., Rystedt, I., Lindstrand, S., Korhonen, L., & Henriksson, H. (2025). Associations of time spent on different types of digital media with self-rated general and mental health in Swedish adolescents. *Scientific Reports*, *15*(1), 993.
Hall, J. A., Steele, R. G., Christofferson, J. L., & Mihailova, T. (2021). Development and initial evaluation of a multidimensional digital stress scale. *Psychological assessment*, *33*(3), 230.
Health., F. i. D. (2025). *Digital stress and friendship conflict in adolescence: The role of social media expectations.* https://www.frontiersin.org/journals/digital-health/articles/10.3389/fdgth.2025.1497222/full
Huang, X., & He, L. (2025). Influence of social media use on life satisfaction among deaf and hard of hearing college students: a mediating role of self-esteem and perceived social support. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1554621.
Irmak, B., Gümüşay, M., & Sülün, A. A. (2025). Hemşirelik Öğrencileri için Klinik Öğrenme Ortamı Ölçeği Türkçe Formu: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması.
Liang, N., Grayson, S. J., Kussman, M. A., Mildner, J. N., & Tamir, D. I. (2024). In-person and virtual social interactions improve well-being during the COVID-19 pandemic. *Computers in Human Behavior Reports*, *15*, 100455.
Lopez-Gonzalez, H., Faure-Carvallo, A., Colomé, C., & Boté-Vericad, J.-J. (2025). Spontaneous narratives of adolescents about their perceived impact of social media use on their psychological well-being and mental health. *Psychology of Popular Media*.
Nagata, J. M., Huang, O., Hur, J. O., Li, E. J., Helmer, C. K., Weinstein, E., & Moreno, M. A. (2024). Health Benefits of Social Media Use in Adolescents and Young Adults. *Current Pediatrics Reports*, *13*(1), 1-8.
OECD. (2021). *Children in the digital environment*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/01/children-in-the-digital-environment_9d454872/9b8f222e-en.pdf
OECD. (2025). *How's Life for Children in the Digital Age?* https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/how-s-life-for-children-in-the-digital-age_c4a22655/0854b900-en.pdf
Qi, C., & Yang, N. (2024). Digital resilience and technological stress in adolescents: A mixed-methods study of factors and interventions. *Education and Information Technologies*, *29*(14), 19067-19113.
Siakas, D., Siakas, N., Siakas, K., & Lampropoulos, G. (2024). Exploring Digital Stress of Finnish Adolescents and Their Parents. *Children*, *11*(12), 1472.
Streiner, D. L., Norman, G. R., & Cairney, J. (2024). *Health measurement scales: a practical guide to their development and use*. Oxford university press.
Yang, C.-c., & Smith, C. (2024). Digital social multitasking (DSMT) and digital stress among adolescents: A peer norm perspective. *Heliyon*, *10*(10).

DİJİTAL STRES VE ÇOCUK: LİTERATÜR IŞIĞINDA GÜNCEL BİR DERLEME

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET

Dijital teknolojiler, çocuk ve ergenlerin yaşamında temel bir bileşen hâline gelmiş; sosyal medya, çevrimiçi oyunlar, akıllı telefonlar ve dijital eğitim uygulamaları üzerinden sürekli bir bağlantılılık durumu ortaya çıkarmıştır. Bu ortam, bir yandan öğrenme, iletişim ve eğlence açısından önemli fırsatlar sunarken, diğer yandan dijital stres olarak adlandırılan yeni bir stres türünün ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Dijital stres; çevrimiçi ortamda sürekli erişilebilir olma baskısı, sosyal onay ve beğeni arayışı, çevrimiçi sosyal karşılaştırmalar, siber zorbalık, bildirim yükü ve çoklu görev baskısı gibi unsurlardan oluşan çok boyutlu bir fenomendir. Güncel çalışmalar, dijital stresin çocuk ve ergenlerde anksiyete, depresif belirtiler, uyku bozuklukları, dikkat sorunları, düşük özsaygı, arkadaşlık çatışmaları ve yaşam kalitesinde azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. 2020–2025 döneminde geliştirilen çok boyutlu dijital stres ölçekleri, problemli sosyal medya ve akıllı telefon kullanımı çalışmalarının bulguları ile birlikte ele alındığında, dijital stresin yalnızca ekran süresinden değil; kullanım biçimi, içerik ve sosyal bağlamdan beslendiği ortaya konmaktadır. Bu derlemede dijital stresin kavramsal çerçevesi, yaygınlık ve risk faktörleri, çocuk sağlığına etkileri, ölçüm araçları ve aile–okul–toplum temelli müdahaleler, güncel literatür ışığında tartışılmaktadır. Bulgular, dijital stresle mücadelede bireysel düzeyi aşan, aile, okul ve politika boyutlarını içeren bütüncül yaklaşımlara gereksinim olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital stres, dijital teknolojiler, çocuk, çocuk ruh sağlığı

DIGITAL STRESS AND CHILDREN: A CONTEMPORARY REVIEW IN LIGHT OF THE LITERATURE

ABSTRACT

Digital technologies have become a fundamental component of children’s and adolescents’ lives, creating a state of constant connectivity through social media platforms, online games, smartphones, and digital educational applications. While these environments provide significant opportunities for learning, communication, and entertainment, they have also given rise to a novel form of stress known as digital stress. Digital stress is a multidimensional phenomenon encompassing pressures related to constant online availability, the pursuit of social approval and validation, online social comparisons, cyberbullying, notification overload, and multitasking demands. Recent studies indicate that digital stress is associated with a range

of adverse outcomes in children and adolescents, including anxiety, depressive symptoms, sleep disturbances, attention difficulties, low self-esteem, peer conflicts, and reduced quality of life. Evidence from the 2020–2025 literature, including findings from studies on problematic social media and smartphone use and the development of multidimensional digital stress scales, suggests that digital stress is driven not merely by screen time, but by patterns of use, content characteristics, and the surrounding social context. This review discusses the conceptual framework of digital stress, its prevalence and risk factors, its effects on child health, available measurement tools, and family-, school-, and community-based intervention strategies in light of current evidence. Overall, the findings highlight the need for comprehensive and multi-level approaches that extend beyond the individual level and incorporate family, school, and policy dimensions to effectively address digital stress in childhood.

Keywords: Digital stress; Digital technologies; Children; Child mental health

1. GİRİŞ

Son beş yılda sosyal medya ve akıllı telefon kullanımı, çocuk ve ergenlerin gündelik hayatının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş; çevrimiçi ortamlar, kimlik gelişimi, akran ilişkileri, boş zaman etkinlikleri ve öğrenme süreçlerinde merkezi bir konuma yerleşmiştir. Bununla birlikte, 2020 sonrası literatür, dijital teknolojilerin çocukların ruh sağlığı üzerindeki etkisine ilişkin bulguların giderek daha çelişkili ve karmaşık bir hâl aldığını göstermektedir (Khalaf et al., 2023; Nick et al., 2022). [1,2]. Özellikle sosyal medya kullanımının ruhsal sıkıntı, kendine zarar verme düşünceleri ve uyku sorunları ile ilişkili olduğuna dair kanıtlar artmaktadır [1,3,4].

Bu bağlamda "dijital stres", son yıllarda gençlerin karşılaştığı yeni bir stres alanını tanımlamak için kullanılan şemsiye bir kavram olarak öne çıkmıştır. Dijital stres, yalnızca ekran başında geçirilen sürenin fazlalığı değil; sürekli çevrimiçi olma zorunluluğu, hızlı yanıt beklentisi, sosyal medya üzerinden onay görme baskısı, çevrimiçi sosyal karşılaştırmalar ve problemli kullanıma eşlik eden kontrol kaybı gibi süreçlerin yarattığı bilişsel ve duygusal yükü ifade etmektedir (Agyapong-Opoku et al., 2025; Angelini & Gini, 2025).

Dolayısıyla, güncel araştırmalar artık "ne kadar ekran süresi?" sorusundan çok, "nasıl, ne amaçla ve hangi sosyal bağlamda kullanılıyor?" sorularına odaklanmaktadır (Ahmed et al., 2024; Aracı et al.).

2. Dijital Stresin Kavramsal Çerçevesi

2021 yılında geliştirilen Çok Boyutlu Dijital Stres Ölçeği (Multidimensional Digital Stress Scale), dijital stresin beş temel bileşenini tanımlayarak kavramsal çerçevenin netleşmesine önemli katkı sağlamıştır

- **Erişilebilirlik Stresi (availability stress):** Her an çevrimiçi ve ulaşılabilir olma beklentisi, mesajlara hızlı yanıt verme zorunluluğu.
- **Onay Kaygısı (approval anxiety):** Paylaşımların aldığı beğeni, yorum ve takipçi sayısı üzerinden kendini değerlendirme ve onay arayışı.
- **Fırsatı Kaçırma Korkusu – FoMO (fear of missing out):** Çevrimiçi olup bitenleri kaçırma, akran etkinliklerinin dışında kalma kaygısı.
- **Bağlantı Aşırı Yükü (connection overload):** Sürekli bildirim akışı, çoklu platformda eşzamanlı etkileşim ve bilişsel yüklenme.
- **Çevrimiçi Tetikte Olma (online vigilance):** Sürekli olarak cihazı kontrol etme, herhangi bir gelişmeyi kaçırmama yönünde zihinsel uyanıklık hâli.

Bu bileşenler, dijital stresin yalnızca "teknik" bir yüklenme değil; sosyal, duygusal ve kimlik temelli süreçlerle iç içe geçmiş bir deneyim olduğunu göstermektedir. 2024 yılında yapılan çalışmalar, özellikle dijital sosyal çok-görevlilik (digital social multitasking) denen, aynı anda hem çevrimiçi sosyal etkileşim yürütme hem de çevrimdışı görevleri yerine getirme çabasının dijital stres düzeyini artırdığını ve bunun anksiyete, depresif belirtiler ve sosyal ilişki sorunlarıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Funke et al., 2025; Giansanti, 2025; Hall et al., 2021).

Bunun yanında, dijital stres ergenlik döneminde çoğunlukla "kişilerarası stres" biçiminde yaşanmaktadır; çevrimiçi çatışmalar, grup sohbetlerinden dışlanma, "görülüp cevap verilmeme", arkadaşlık ilişkilerinin sosyal medya üzerinden şekillenmesi gibi süreçler, klasik akran ilişkisi streslerine yeni katmanlar eklemektedir (Funke et al., 2025; Hall et al., 2021).

3. Dijital Stresin Yaygınlığı ve Risk Faktörleri

3.1. Yaygınlık

Problemli akıllı telefon ve sosyal medya kullanımının, çocuk ve ergenlerde davranışsal bağımlılık örüntülerine benzeyen bir model sergilediği; 9–17 yaş aralığındaki çocuk ve gençlerin yaklaşık dörtte birinde problemli kullanıma rastlandığı bildirilmektedir [8,10]. 2020 sonrası çalışmalar, yalnızca teknolojiye erişimin artmadığını; aynı zamanda "sürekli çevrimiçi olma hâlinin" norm hâline geldiğini, bunun da dijital stresin yaygınlığını artırdığını göstermektedir (Ioannidou et al., 2025; Khalaf et al., 2023; Kollins et al., 2025).

2021 ve sonrasında yürütülen çok merkezli çalışmalar, ergenlerin önemli bir bölümünün orta–yüksek düzey dijital stres bildirdiğini, dijital stres düzeyi yükseldikçe anksiyete, depresyon, yalnızlık ve uyku sorunlarının da arttığını göstermektedir (Kollins et al., 2025; Muezzin, 2023).

3.2. Bireysel Risk Faktörleri

2020–2025 döneminde yapılan sistematik derlemeler ve boylamsal çalışmalar, dijital stres için çeşitli bireysel risk faktörleri tanımlamıştır:

- **Ergenlik dönemi:** Kimlik arayışı, akran onayına duyarlılık ve duygusal dalgalanmalar nedeniyle dijital strese en yatkın grup ergenlerdir (Muezzin, 2023; Ndayambaje & Okereke, 2025; Nick et al., 2022).
- **Düşük özsaygı ve olumsuz benlik algısı:** Sosyal medya üzerinden yapılan karşılaştırmalar, düşük benlik saygısına sahip ergenlerde daha yoğun strese yol açmaktadır (Nick et al., 2022; Noyan et al., 2015).
- **Zayıf duygu düzenleme becerileri:** Özellikle öfke, hayal kırıklığı ve yalnızlıkla baş etme güçlüğü yaşayan çocuklar, dijital ortamı kaçış alanı olarak kullanmakta ve bu durum dijital stres ve problemli kullanımı beslemektedir (Pazdur et al., 2025; Petrov et al.; Plackett et al., 2023).
- **Var olan ruhsal sorunlar:** Depresyon, anksiyete bozuklukları ve dikkat eksikliği gibi sorunlar hem problemli kullanım hem de dijital stres riskini artırmaktadır (Petrov et al.; Poulain et al., 2025).

3.3. Aile ve Çevresel Risk Faktörleri

Aile içi teknoloji kullanım normları ve ebeveyn tutumları, çocukların dijital stres düzeyini belirleyen önemli faktörlerdir. Yapılan derlemeler, aşırı serbest bırakıcı ya da sürekli yasaklayıcı ebeveyn tutumlarının çocuklarda daha yüksek stres ve çatışma ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Plackett et al., 2023).

Ebeveynlerin yüksek düzeyde ekran kullanımı modellemesi, evde "sürekli çevrimiçi olma" kültürünü normalleştirmekte ve çocukların dijital stres deneyimini artırmaktadır (Petrov et al.; Poulain et al., 2025). Aynı şekilde, akademik rekabetin yüksek olduğu eğitim sistemlerinde, çevrimiçi performansın (not paylaşımı, çevrimiçi sınavlar, akranların başarı paylaşımları) görünür olması da çocukların hem akademik hem sosyal alanlarda dijital stres yaşamasına zemin hazırlamaktadır (Petrov et al.; Poulain et al., 2025).

4. Dijital Stresin Çocuk Sağlığına Etkileri

4.1. Psikolojik Etkiler

2020 sonrası literatür, dijital stresin çocuk ve ergenlerin ruh sağlığı üzerinde anlamlı ve çoğu zaman olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir. Yüksek düzey dijital stres; anksiyete,

depresif belirtiler, yalnızlık, öfke ve umutsuzluk ile yakından ilişkilidir (Agyapong-Opoku et al., 2025; Ahmed et al., 2024; Funke et al., 2025; Hall et al., 2021).

Sistematik derlemeler, problemli sosyal medya kullanımının depresyon, anksiyete ve stres belirtilerindeki artış ile tutarlı biçimde bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (Aracı et al.; Funke et al., 2025). 2023 ve 2025 yıllarında yayımlanan geniş örneklemli çalışmalar, özellikle "bağımlılık benzeri ekran kullanımı" gösteren ergenlerde intihar düşünceleri ve kendine zarar verme riskinin anlamlı düzeyde arttığını bildirmektedir (Funke et al., 2025; Khalaf et al., 2023).

Dijital stres, yalnızca duygudurum bozukluklarıyla değil, aynı zamanda kendilik algısında bozulma ve beden memnuniyetsizliği ile de ilişkilidir. Sosyal medya üzerinden idealize edilmiş beden ve yaşam tarzı imgelerine maruziyet, özellikle kız ergenlerde yetersizlik ve değersizlik duygularını artırmakta; yeme davranışları ve benlik saygısı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (Angelini & Gini, 2025; Funke et al., 2025; Giansanti, 2025; Khalaf et al., 2023).

4.2. Fiziksel ve Biyolojik Etkiler

Dijital stres, uyku düzeni ve biyolojik ritim üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Problemli sosyal medya kullanımı ve ekran maruziyeti ile uykuya dalma güçlüğü, uyku süresinde kısalma ve uyku kalitesinde bozulma arasında anlamlı ilişkiler olduğu sistematik derlemelerle ortaya konmuştur (Ahmed et al., 2024; Angelini & Gini, 2025; Aracı et al.).

Akıllı telefonların yatak odasında bulundurulması, gece geç saatlere kadar bildirimleri kontrol etme ve sabah uyanır uyanmaz ilk iş olarak sosyal medyaya bakma gibi davranışlar, çocukların sirkadiyen ritmini bozarak gündüz yorgunluğu, baş ağrısı ve dikkat problemine yol açmaktadır (Funke et al., 2025; Giansanti, 2025).

Ayrıca, 2025 yılında yayımlanan çocuk örneklemi çalışmaları, problemli akıllı telefon kullanımının yaşam kalitesinde düşüş, fiziksel aktivitede azalma ve sedanter davranışlarda artış ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Hall et al., 2021).

4.3. Akademik Etkiler

Dijital stres ve problemli cihaz kullanımı, dikkat sürelerinin kısalması, ders çalışma sırasında sık sık bölünme, odaklanma güçlüğü ve akademik motivasyonda azalma ile ilişkilidir.[4,10] Çocuklar, ödev veya çevrimiçi ders sırasında gelen bildirimleri "kaçırmamak" için sık sık cihaz kontrol etme eğiliminde olmakta, bu da çoklu görev baskısı yaratarak çalışma belleği kapasitesini zorlamaktadır (Giansanti, 2025).

Uzun vadede bu durum, akademik performans düşüklüğüne, sınav kaygısında artışa ve okul bağlılığında azalmaya yol açabilmektedir (Ioannidou et al., 2025; Khalaf et al., 2023).

4.4. Sosyal İlişkiler ve Akran Dinamikleri

Dijital stres, çocuk ve ergenlerin akran ilişkileri üzerinde de önemli etkiler yaratmaktadır. 2025 tarihli çalışmalar, dijital stres düzeyi yüksek ergenlerin arkadaşlık ilişkilerinde daha fazla çatışma, yanlış anlaşılma ve dışlanma yaşadıklarını göstermiştir (Angelini & Gini, 2025).

Sosyal medya ortamlarında "görülüp cevap verilmeme", grup sohbetlerinden çıkarılma, çevrimiçi dedikodu ve siber zorbalık gibi deneyimler, ergenler için ciddi kişilerarası stres kaynaklarıdır [4,16]. Dijital stres, bu kişilerarası süreçlerin psikolojik yükünü artırarak gençlerin sosyal güven duygusunu zedeleyebilir ve izolasyon eğilimini güçlendirebilir (Khalaf et al., 2023; Kollins et al., 2025; Muezzin, 2023).

5. Ölçüm Araçları ve Psikometrik Gelişmeler (2020–2025)

Son yıllarda, dijital stres ve ilişkili kavramları değerlendirmek için çeşitli ölçekler geliştirilmiş ve farklı kültürlere uyarlanmıştır:

- **Çok Boyutlu Dijital Stres Ölçeği (Multidimensional Digital Stress Scale – MDSS):** Hall ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu ölçek, ergen ve genç yetişkinlerde dijital stresin beş boyutunu değerlendirmektedir. Ölçeğin Türkçe uyarlama çalışmaları, gençlerin dijital stres profillerini kültürel bağlamda inceleme olanağı sunmaktadır.

- **Dijital Stres Ölçeği / Dijital Stres Ölçekleri:** 2025 yılında yayımlanan çalışmalar, dijital stresin farklı boyutlarını (ör. dijital yorgunluk, tekno-stres, iş–yaşam sınır ihlalleri) ölçen yeni ölçeklerin geliştirilip çeşitli gruplarda test edildiğini göstermektedir. Bu ölçeklerin bazıları yetişkin odaklı olsa da kavramsal yapıları ergen çalışmaları için de yol göstericidir.

- **Kısa Akıllı Telefon Stres Ölçeği ve Benzeri Araçlar:** Akıllı telefon kullanımına özgü stres belirtilerini değerlendiren kısa ölçeklerin uyarlanmasına yönelik Türkçe çalışmalar, ergenlerde "akıllı telefon stresi" ve dijital iyi oluş ilişkisini incelemek için önemli bir temel sağlamaktadır.

- **Problemli Sosyal Medya ve Akıllı Telefon Kullanım Ölçekleri:** Problemli kullanım ve dijital stres arasındaki kesişimi inceleyen çalışmalar, bu ölçeklerle dijital stres ölçeklerini birlikte kullanmakta; böylece stresin yalnızca kullanıma eşlik eden bir sonuç değil, aynı zamanda problemli kullanımın aracı bir mekanizması olabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu ölçüm araçları, çocuk ve ergenlerde dijital stresin düzeyini, boyutlarını ve ilişkili risk/koruyucu faktörleri daha ayrıntılı biçimde incelemeyi mümkün kılmakta; müdahale programlarının öncesi–sonrası değerlendirmeleri için de güçlü bir altyapı sunmaktadır.

6. Aile, Okul ve Toplumsal Faktörler: Çok Düzeyli Bir Perspektif

6.1. Ailenin Rolü

Aile, çocuğun hem dijital ortama ilk giriş yaptığı hem de dijital kullanım normlarını öğrendiği temel bağlamdır. 2020 sonrası rehberler ve ülke bazlı uyarı raporları, ebeveynlerin dijital cihazları çocuğu sakinleştirme, oyalama veya ödüllendirme aracı olarak kullanmalarının kısa vadede işlevsel görünse de uzun vadede çocukta duygu düzenleme güçlüğü, dürtüsellik ve teknolojiye aşırı bağımlılık riskini artırdığını vurgulamaktadır (Angelini & Gini, 2025; Aracı et al.; Funke et al., 2025).

Ebeveyn–çocuk ilişkisi içinde dijital sınırların şeffaf ve müzakereye açık biçimde belirlenmesi, "ceza–ödül" aracı olarak ekrandan kaçınılması ve ortak medya kullanımı (co-viewing) ile çocukların çevrimiçi yaşantıları hakkında konuşmanın teşvik edilmesi, dijital stresin azaltılmasında koruyucu faktörler olarak öne çıkmaktadır (Giansanti, 2025; Hall et al., 2021).

6.2. Okulun Rolü

Okullar, hem dijital teknolojilerin eğitim amaçlı kullanıldığı hem de akran ilişkilerinin yoğun olarak yaşandığı ortamlar olduğu için dijital stresin önlenmesi ve yönetilmesinde stratejik bir konuma sahiptir. 2024–2025 döneminde yayımlanan raporlar ve bilimsel değerlendirmeler, okullarda dijital vatandaşlık ve medya okuryazarlığı eğitimlerinin önemini vurgulamakta; siber zorbalıkla mücadele politikalarının yalnızca disiplin odaklı değil, aynı zamanda önleyici ve psikososyal destek boyutları içermesi gerektiğini belirtmektedir (Khalaf et al., 2023; Kollins et al., 2025).

Teknolojinin öğretim süreçlerine entegrasyonunda pedagojik ilkelere dayalı, amaçlı ve sınırlı kullanımın benimsenmesi, öğrencilerin hem akademik hem de duygusal yükünü azaltabilir. Aksi hâlde "her an çevrimiçi ödev, sınav ve performans takibi" kültürü, çocukların akademik alanda da dijital strese maruziyetini artırmaktadır (Giansanti, 2025; Hall et al., 2021).

6.3. Politikalar ve Toplumsal Düzey

Son yıllarda bazı ülkelerde hükümetler, çocukların ekran maruziyetine yönelik ulusal kılavuzlar yayımlamış; erken yaşta ekran kullanımının sınırlandırılması, okul öncesi dönemde ekran kullanımının mümkün olduğunca ertelenmesi ve eğitim kurumlarında ekran tabanlı uygulamaların dikkatli regülasyonu gibi öneriler getirmiştir (Ioannidou et al., 2025).

Bu raporlar, ekran süresinin tek başına yasaklanması yerine; içerik kalitesi, ebeveyn rehberliği, fiziksel aktivite ve sosyal etkileşimle dengeleme, uyku hijyeni ve çevrimiçi güvenlik gibi

boyutların birlikte ele alınmasını önermektedir. Sağlık otoriteleri ise, akıllı telefon ve sosyal medya kullanımının ruh sağlığı üzerindeki etkilerine dikkat çekerek, ailelere ve eğitimcilere yönelik bilgilendirici kampanyalar yürütmekte ve gerektiğinde psikososyal destek hizmetlerine erişimi teşvik etmektedir (Khalaf et al., 2023; Muezzin, 2023).

7. Dijital Stresi Azaltmaya Yönelik Müdahaleler ve Öneriler

7.1. Bireye Yönelik Müdahaleler

Çocuk ve ergenlere yönelik müdahalelerde, duygu düzenleme becerilerinin güçlendirilmesi, stresle baş etme stratejilerinin öğretilmesi ve dijital ortamda benlik sunumunun eleştirel biçimde tartışılması önemlidir. Mindfulness temelli programlar, dikkat kontrolü ve farkındalık becerilerini geliştirerek, bildirimlere otomatik tepkileri azaltma ve "kopamama" hissiyle baş etmede yararlı olabilir (Angelini & Gini, 2025; Funke et al., 2025).

Ayrıca, çocuklara FoMO ile baş etme, "her şeyi bilmek zorunda olmama" ve "çevrimdışı kalmanın da normal olduğu" mesajlarını içeren psiko-eğitim programları, dijital stresin önemli bileşenlerinden birini hedef almaktadır (Hall et al., 2021; Khalaf et al., 2023; Kollins et al., 2025).

7.2. Aile Temelli Müdahaleler

Ebeveyn eğitim programları, dijital stresin azaltılmasında kritik rol oynar. Bu programlarda:

- Ebeveynlerin kendi ekran alışkanlıklarını gözden geçirmeleri,
- Çocukla birlikte aile "dijital sözleşmesi" hazırlanması (ortak kurallar, süreler, cihazın yatak odasına alınmaması vb.),
- Çocuğun çevrimiçi deneyimlerini yargılamadan dinleme ve duygularını adlandırmasına yardımcı olma,
- Siber zorbalık veya çevrimiçi dışlanma durumlarında nasıl tepki verileceği konusunda rehberlik gibi başlıklar öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım hem çatışma düzeyini azaltmakta hem de çocuğun dijital dünyada kendini daha güvende hissetmesini sağlamaktadır (Muezzin, 2023; Plackett et al., 2023; Poulain et al., 2025; Shannon et al., 2022).

7.3. Okul ve Sağlık Profesyonellerine Yönelik Öneriler

Okul rehberlik servisleri ve okul hemşireleri, dijital stresin erken belirtilerini fark etmek ve gerekli yönlendirmeleri yapmak açısından önemli bir pozisyondadır. Öğrencilerin dijital stres belirtileri (uyku bozukluğu, derse odaklanamama, sürekli telefon kontrolü, arkadaşlık çatışmaları, siber zorbalık şikâyetleri vb.) konusunda öğretmenlerin bilgilendirilmesi;

gerektiğinde çocuk ruh sağlığı hizmetlerine yönlendirme yapılması önerilmektedir (Pazdur et al., 2025; Plackett et al., 2023; Shannon et al., 2022; Weiss & Bonell, 2025).

Sağlık profesyonelleri (pediatristler, hemşireler, çocuk ve ergen psikiyatristleri, psikologlar) rutin değerlendirmelerinde dijital kullanım alışkanlıklarına ve dijital stres belirtilerine yönelik kısa tarama soruları kullanarak, risk altındaki çocukları erken dönemde belirleyebilirler. Güncel çalışmalar, problemli akıllı telefon kullanımı ve dijital stresin, anksiyete, depresyon ve uyku sorunları gibi klinik tabloların önemli bir eşlikçisi olduğunu ve bu nedenle klinik görüşmelerde mutlaka sorgulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Ndayambaje & Okereke, 2025; Nick et al., 2022; Noyan et al., 2015; Pazdur et al., 2025; Poulain et al., 2025; Shannon et al., 2022; Weiss & Bonell, 2025; Yang & Smith, 2024).

8. SONUÇ

Güncel literatür, dijital stresin çocuk ve ergen ruh sağlığı açısından gittikçe daha görünür ve önemsenmesi gereken bir alan hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Dijital stres; yalnızca ekran süresi fazlalığı değil, sürekli erişilebilir olma baskısı, sosyal onay arayışı, çoklu görev baskısı, problemli sosyal medya ve akıllı telefon kullanımı gibi bir dizi etmenle ilişkilidir.

Güncel kanıtlar, dijital stresin anksiyete, depresyon, uyku bozuklukları, akademik güçlükler, sosyal ilişkilerde çatışma ve yaşam kalitesinde azalma ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle dijital stres, çocuk sağlığı ve gelişimi açısından yeni ve önemli bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınmalıdır.

Dijital stresle mücadelede tek başına ekran süresini sınırlamaya odaklanan yaklaşımlar yetersizdir. Bunun yerine:

- Bireysel düzeyde duygu düzenleme, eleştirel dijital okuryazarlık ve FoMO ile baş etme becerilerinin geliştirilmesi,
- Aile düzeyinde tutarlı ve şefkat temelli dijital sınırlar, ortak medya kullanımı ve sağlıklı rol model olma,
- Okul düzeyinde dijital vatandaşlık eğitimi, siber zorbalıkla mücadele politikaları ve teknolojinin pedagojik ilkelere dayalı kullanımı,
- Politika düzeyinde ekran maruziyetine ilişkin kılavuzlar, toplum erişimli farkındalık kampanyaları ve çocukların dijital haklarını koruyan regülasyonlar birlikte ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, dijital çağda çocukların sağlıklı büyüme ve gelişmesini desteklemek, dijital dünyanın sunduğu fırsatları güvenli, dengeli ve stressiz bir şekilde kullanmalarına yardımcı olacak bütüncül stratejilerin geliştirilmesini gerektirmektedir.

KAYNAKLAR

Agyapong-Opoku, N., Agyapong-Opoku, F., & Greenshaw, A. J. (2025). Effects of social media use on youth and adolescent mental health: A scoping review of reviews. Behavioral Sciences, 15(5), 574.
Ahmed, O., Walsh, E. I., Dawel, A., Alateeq, K., Oyarce, D. A. E., & Cherbuin, N. (2024). Social media use, mental health and sleep: A systematic review with meta-analyses. Journal of affective disorders, 367, 701-712.
Angelini, F., & Gini, G. (2025). Digital stress and friendship conflict in adolescence: The role of perceived norms and features of social media. Frontiers in Digital Health, 7, 1497222.
Aracı, F. G. İ., Oyar, E., & Tan, Ş. A Cross-cultural Validation of Multidimensional Digital Stress Scale in Türkiye. Kastamonu Education Journal, 32(2), 247-259.
Funke, C., Rothert-Schnell, C., Walsh, G., Mangiò, F., Pedeliento, G., & Takahashi, I. (2025). The digital stress scale: cross-cultural application, validation, and development of a short scale. Review of Managerial Science, 1-37.
Giansanti, D. (2025). Smartphone Addiction in Youth: A Narrative Review of Systematic Evidence and Emerging Strategies. Psychiatry International, 6(4), 118.
Hall, J. A., Steele, R. G., Christofferson, J. L., & Mihailova, T. (2021). Development and initial evaluation of a multidimensional digital stress scale. Psychological assessment, 33(3), 230.
Ioannidou, L., Argyriadi, A., & Argyriadis, A. (2025). The Role of AI in Children's Mental Health and Well-Being Empowerment. In AI in Mental Health: Innovations, Challenges, and Collaborative Pathways (pp. 23-40). IGI Global Scientific Publishing.
Khalaf, A. M., Alubied, A. A., Khalaf, A. M., Rifaey, A. A., Alubied, A., & Rifaey, A. (2023). The impact of social media on the mental health of adolescents and young adults: a systematic review. Cureus, 15(8).
Kollins, S. H., Flannery, J., Goetz, K., & Akre-Bhide, S. (2025). Technology Effects and Child Health: Wellness Impact and Social Effects (TECHWISE): Protocol for a Prospective, Observational, Real-World Study. JMIR Research Protocols, 14(1), e69358.
Muezzin, E. E. (2023). A Review on the Psychological Effects of Smartphone Addiction. Kıbrıs Türk Psikiyatri ve Psikoloji Dergisi, 5(4), 361-367.
Ndayambaje, E., & Okereke, P. U. (2025). The Psychopathology of Problematic Smartphone Use (PSU): A Narrative Review of Burden, Mediating Factors, and Prevention. Health Science Reports, 8(5), e70843.
Nick, E. A., Kilic, Z., Nesi, J., Telzer, E. H., Lindquist, K. A., & Prinstein, M. J. (2022). Adolescent digital stress: Frequencies, correlates, and longitudinal association with depressive symptoms. Journal of Adolescent Health, 70(2), 336-339.
Noyan, C. O., Enez Darçın, A., Nurmedov, S., Yilmaz, O., & Dilbaz, N. (2015). Akıllı Telefon Bağımlılığı Ölçeğinin Kısa Formunun üniversite öğrencilerindeTürkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. Anatolian Journal of Psychiatry/Anadolu Psikiyatri Dergisi, 16.
Pazdur, M., Tutus, D., & Haag, A.-C. (2025). Risk Factors for Problematic Social Media Use in Youth: A Systematic Review of Longitudinal Studies. Adolescent Research Review, 1-17.
Petrov, P. P., Dimova, V. R., Manolova, V. R., & Vezenkov, S. R. SCREEN TIME AND POLICY APPROACHES TO DIGITAL MEDIA USE IN NURSERIES, KINDERGARTENS, AND SCHOOLS WORLDWIDE: A CRITICAL ANALYSIS.
Plackett, R., Blyth, A., & Schartau, P. (2023). The impact of social media use interventions on mental well-being: systematic review. Journal of Medical Internet Research, 25, e44922.
Poulain, T., Meigen, C., Kiess, W., & Vogel, M. (2025). Smartphone use, wellbeing, and their association in children. Pediatric Research, 1-7.
Shannon, H., Bush, K., Villeneuve, P. J., Hellemans, K. G., & Guimond, S. (2022). Problematic social media use in adolescents and young adults: systematic review and meta-analysis. JMIR mental health, 9(4), e33450.
Weiss, H. A., & Bonell, C. (2025). Smartphone use and mental health: going beyond school restriction policies. The Lancet Regional Health–Europe, 51.
Yang, C.-c., & Smith, C. (2024). Digital social multitasking (DSMT) and digital stress among adolescents: A peer norm perspective. Heliyon, 10(10).

HİPERTANSİF BİREYLERİN KAN BASINCI FARKINDALIĞI VE İÇGÖRÜ DÜZEYLERİNİN ÖZ ETKİLİLİK DÜZEYLERİYLE İLİŞKİSİ: KESİTSEL ÇALIŞMA

Hilal UYSAL
Bartın University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, 74100 Ağdacı, Bartın.
ORCID: 0000-0003-3211-7011
İlayda YILDIRIM
Bartın University, School of Gratuate Studies, Internal Medicine Nursing Master's Program,74110 Kutlubey, Bartın.
ORCID: 0000-0002-1465-4377

ÖZET

Hipertansiyon; önlenebilir ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda yer alan, yüksek düzeyde morbidite ve mortaliteye neden olan önemli bir sağlık sorunudur. Kontrol altına alınmadığında kalp krizi, kalp yetersizliği, serebrovasküler hastalık, böbrek hastalığı, görme kaybı gibi ciddi komplikasyonlara neden olabilmektedir. Hipertansiyonun görülme sıklığında günden güne meydana gelen artışla beraber önleme ve hastalık yönetimi çalışmalarının planlanması küresel açıdan daha önemli bir hale gelmektedir. Bireylerde hipertansiyona yönelik farkındalığı artırmak için öz etkililik düzeyini geliştirmek hastalığın yönetiminde oldukça önemlidir. Ayrıca bireylerin kan basıncı farkındalığı ve içgörüsü arttıkça hastalığa yönelik subjektif farkındalıkları artmakta ve bu durum tedavi sürecine uyumu olumlu etkilemektedir. Bu araştırmada hipertansif bireylerin kan basıncı farkındalığı ve içgörü düzeyleriyle öz etkililik düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlandı. Tanımlayıcı, ilişki arayıcı ve kesitsel tipte olan bu çalışma, bir aile sağlığı merkezine kayıtlı olan, çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan, hipertansiyon tanısı olan 250 birey ile Haziran-Aralık 2024 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Araştırma verileri Tanıtıcı Bilgi Formu, Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği ve Hipertansiyon Öz Etkililik Ölçeği kullanılarak toplandı. Bireylerin yaş ortalaması 52,07±8,89 yıl, hipertansiyon tanı süresi ise bireylerin %34,8'inde 1-5 yıl olarak belirlendi. Bireylerin %54,8'inin kadın, %48,8'inin ilköğretim mezunu olduğu görüldü. Bireylerin %49,6'sının fazla kilolu (28,34±4,99) olduğu belirlendi. Bireylerin %43,6'sının kan basıncı çok yüksek (140/90 mmHg üzeri), %24,4'ü sigara içmekte, %12'si alkol kullanmakta ve %45,2'sinde ek hastalık bulunmakta idi. Bireylerin Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği ortalama toplam puanı 7,68±1,47 olarak saptandı. Hipertansiyon Öz Etkililik toplam puan ortalaması ise 64,67±10,32 olarak bulundu. Hipertansiyon Öz Etkililik toplam puanı ile Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği ortalama toplam puanı arasında pozitif yönde, güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptandı (r=0,639; p=0,000). Hipertansif bireylerin

öz etkililik düzeylerinin orta düzeyin üzerinde olduğu, kan basıncı farkındalığı ve içgörü düzeylerinin ise yüksek düzeyde olduğu saptandı. Kan basıncı farkındalığı ve içgörü düzeyi arttıkça hipertansiyon öz etkililik düzeyinin de anlamlı düzeyde arttığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Farkındalık, hipertansiyon, içgörü, kan basıncı, öz etkililik.

THE RELATIONSHIP BETWEEN BLOOD PRESSURE AWARENESS, INSIGHT, AND SELF-EFFICACY IN INDIVIDUALS WITH HYPERTENSION: A CROSS-SECTIONAL STUDY

ABSTRACT

Hypertension is a significant health issue that ranks among the leading preventable causes of death and contributes to high levels of morbidity and mortality. If left uncontrolled, it can lead to serious complications such as heart attack, heart failure, cerebrovascular disease, kidney disease, and vision loss. With the daily increase in the prevalence of hypertension, planning prevention and disease management efforts has become more important globally. Improving self-efficacy to raise awareness of hypertension in individuals is crucial in managing the disease. Furthermore, as individuals' blood pressure awareness and insight increase, their subjective awareness of the disease also increases, which positively affects compliance with the treatment process. This study aimed to examine the relationship between blood pressure awareness, insight, and self-efficacy in individuals with hypertension. This descriptive, correlational, and cross-sectional study was conducted between June and December 2024. A total of 250 individuals diagnosed with hypertension, registered at a family health center, and meeting the inclusion criteria were included. Data were collected using a demographic information form, the Blood Pressure Awareness and Insight Scale (BASIS), and the Hypertension Self-Efficacy Scale. The mean age of participants was 52.07±8.89 years, with 34.8% having been diagnosed with hypertension for 1 to 5 years. Among participants, 54.8% were female, and 48.8% were primary school graduates. Additionally, 49.6% were overweight (BMI: 28.34±4.99). Blood pressure readings exceeded 140/90 mmHg in 43.6% of participants. Furthermore, 24.4% reported smoking, 12.0% consumed alcohol, and 45.2% had comorbidities. The mean total BASIS score was 7.68±1.47, while the mean total score for hypertension self-efficacy was 64.67±10.32. A strong, positive, and statistically significant correlation was found between self-efficacy scores and BASIS scores ($r=0.639$; $p <0.001$). Individuals with hypertension demonstrated high levels of blood pressure awareness and insight, and their self-efficacy levels were above moderate. Increased awareness and insight into blood pressure were significantly associated with higher levels of hypertension self-efficacy.

Keywords: Awareness, hypertension, insight, blood pressure, self-efficacy

IMUNIPLANT AND NEUROPOLEN IMPACT ON MICROBIOTE AND METABOLITES IN PARKINSON'S DISEASE

Major Gheorghe GIURGIU
Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
ORCID ID: 0000-0002-5449-2712
Prof. Dr. Med Manole COJOCARU
Academy of Romanian Scientists
Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
ORCID ID: 0000-0002-7192-7490

ABSTRACT

Background Researchers found a decrease in genes responsible for synthesizing essential B vitamins in Parkinson's disease patients, which may weaken the intestinal barrier and lead to inflammation in the brain. Increasing evidence has suggested that gut microbial dysbiosis is also found in patients with Parkinson's disease. This finding suggests that B vitamin supplementation could be a potential therapeutic avenue for Parkinson's disease.

Objectives In ideal conditions, gut microbiota produce short-chain fatty acids and polyamines, which maintain the intestinal barrier that prevents toxins entering the bloodstream. To arrive at these observations, the authors examined how Imuniplant and Neuropolen (contains eight B vitamins) from Deniplant solve intestinal microbiota modulation in Parkinson's disease.

Materials and methods We examined the relationship between the gut microbiota and clinical features in Parkinson's disease after Imuniplant and Neuropolen from Deniplant.

Results The intestinal barrier prevents toxins from entering the bloodstream, which causes the inflammation seen in Parkinson's disease. Gut microbial dysbiosis has a certain effect on both the central nervous system and the enteric nervous system, which indicates that there is a gut-microbiota-brain axis that induces disorders on the central nervous system. At present, more and more studies are conducted to elucidate the association between gut microbial dysbiosis and the incidence of Parkinson's disease. As a bidirectional communication between gastrointestinal tract and the central nervous system, the microbiota-gut-brain axis is associated with immune, endocrine mechanisms and neural pathways

Conclusion Imuniplant restores integrity of the intestinal barrier, and Neuropolen with B vitamins and pollen removes dysbiosis of the intestinal microbiome.

Keywords: gut microbiota, Parkinson’s disease, gut-microbiota-brain axis, inflammation, Imuniplant, Neuropolen

NADİR AKCİĞER HASTALIĞI PULMONER ALVEOLER MİKROLİTİAZİS (PAM) OLGUSU: KLİNİK SUNUM, TORAKS BT VE TC-99M MDP KEMİK SİNTİGRAFİSİ BULGULARI İLE TANI

M. Zeki YILMAZTEKİN
Harran University, Institute of Medicine, Department of Nuclear Medicine, 63300 Haliliye, Sanliurfa
ORCID:0000-0001-6932-612X
Ferit DOĞAN
Harran University, Institute of Medicine, Department of Radiology, 63300 Haliliye, Sanliurfa
ORCID: 0000-0001-9507-6670

ÖZET

Pulmoner alveoler mikrolitiazis (PAM), alveoller içinde kalsiyum fosfat kristallerinin birikmesiyle seyreden nadir bir akciğer hastalığıdır. Etyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, çoğu olgunun pozitif aile öyküsü bulunması ve otozomal resesif geçiş özelliği, genetik yatkınlığı düşündürmektedir. Son çalışmalarda hastalarda SCL34A2 geninde mutasyonlar tanımlanmıştır. 59 yaşında erkek hasta, öksürük ve ilerleyici nefes darlığı şikâyeti ile başvurdu. Fizik muayenede solunum sesleri azalmış olup, bronş lavajı yayması benign sitoloji gösterdi. Dış merkezde verilen ilaç tedavilerine yanıt alınamadı. Toraks BT'de her iki akciğerin tüm loblarında diffüz, kalsifiye retiküler ve buzlu cam dansiteleri gözlendi; bulgular PAM ile uyumluydu. Tanıyı desteklemek için yapılan Tc-99m MDP kemik sintigrafisinde torakal bölgede diffüz, simetrik ve yoğun aktivite tutulumu saptandı; özellikle akciğer bazallerde belirgin artış izlenmiştir. Solunum fonksiyon testi yapılamamasına rağmen, radyolojik ve nükleer tıp bulgularının birlikte değerlendirilmesi tanıyı güçlendirmiş ve olgu klinik olarak PAM kabul edilerek takip planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pulmoner alveoler mikrolitiazis, Kalsifiye retiküler dansiteler, Kemik sintigrafisi

A RARE LUNG DISEASE CASE OF PULMONARY ALVEOLAR MICROLITHIASIS (PAM): CLINICAL PRESENTATION, CHEST CT, AND TC-99M MDP BONE SCINTIGRAPHY FINDINGS FOR DIAGNOSIS

ABSTRACT

Pulmonary alveolar microlithiasis (PAM) is a rare lung disease characterized by the accumulation of calcium phosphate crystals within the alveoli. Although the exact etiology is not fully understood, a positive family history in many cases and its autosomal recessive inheritance suggest a genetic predisposition. Recent studies have identified mutations in the SCL34A2 gene in affected individuals. A 59-year-old male presented with cough and progressive dyspnea. On physical examination, breath sounds were diminished, and bronchial lavage cytology was benign. The patient had not responded to prior medical treatments at an external center. Chest CT demonstrated diffuse, calcified reticular and ground-glass opacities

involving all lobes of both lungs, consistent with PAM. To support the diagnosis, a Tc-99m MDP bone scintigraphy was performed, revealing diffuse, symmetric, and intense tracer uptake in the thoracic region, particularly prominent at the lung bases. Although pulmonary function testing could not be performed, the combined evaluation of radiologic and nuclear medicine findings strengthened the diagnosis, and the case was clinically accepted as PAM with a follow-up plan established.

Keywords: – Pulmonary alveolar microlithiasis, Calcified reticular opacities, Bone scintigraphy

HİPERTANSİYON YÖNETİMİNDE DİJİTAL SAĞLIK VE MOBİL UYGULAMALARIN EĞİLİMLERİ: 2015–2025 BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Araş. Gör. Dr. Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ
Department of Public Health Nursing, Faculty of Nursing, Akdeniz University, Dumlupınar Bulvarı, 07058, Antalya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-2933-3402

ÖZET

Bu çalışma, 2015–2025 yılları arasında hipertansiyon yönetiminde dijital sağlık ve mobil uygulamalara ilişkin bilimsel üretimi bibliyometrik yöntemlerle incelemeyi amaçlamaktadır. Web of Science Core Collection veritabanından elde edilen 1448 yayın, Bibliometrix/Biblioshiny yazılımı aracılığıyla analiz edilmiştir. Bulgular, dijital sağlık temalı hipertansiyon literatürünün son on yılda belirgin bir büyüme gösterdiğini; yayın sayısının 2015'te 40 civarında iken 2025'te 220'nin üzerine çıktığını ve yıllık büyüme oranının %20.38 olduğunu göstermektedir. Çalışmaların ortalama yaşının 3.22 yıl olması, alanın dinamik ve güncel bir yapıda geliştiğini ortaya koymaktadır. En üretken dergiler arasında Journal of Medical Internet Research ve JMIR mHealth and uHealth ilk sırada yer alırken, en etkili iki yayın TASMINH4 çalışması ve AASM PAP tedavi kılavuzu olmuştur. Ülke bazında en yüksek üretkenliğin ABD'de olduğu, bunu Çin, Birleşik Krallık ve İtalya'nın izlediği görülmektedir. Anahtar kelime analizi "hypertension", "management", "blood pressure" gibi temel kavramların yanı sıra "telemedicine", "self-management" ve "adherence" gibi temaların ön plana çıktığını göstermektedir. Trend analizleri, araştırmaların zaman içinde temel dijital sağlık müdahalelerinden telehealth, rehberlik, teknoloji entegrasyonu ve bakım odaklı temalara doğru evrildiğini ortaya koymuştur. Tematik harita ise klinik yönetim odaklı temel temaların güçlü olduğunu, sağlık hizmeti ve etki temalarının motor temalar olarak gelişimi yönlendirdiğini göstermektedir. Bulgular, dijital sağlık uygulamalarının hipertansiyon yönetiminde hızla gelişen, yüksek etkili ve küresel ölçekte yaygınlaşan bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Hipertansiyon; Dijital sağlık; Mobil sağlık; Telemonitoring; Tele-tıp; Öz-yönetim; Tedavi uyumu; Kan basıncı yönetimi; Bibliyometrik analiz

TRENDS IN DIGITAL HEALTH AND MOBILE APPLICATIONS IN HYPERTENSION MANAGEMENT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS (2015–2025)

ABSTRACT

This study aims to comprehensively analyze scientific publications on digital health and mobile applications in hypertension management between 2015 and 2025 using bibliometric methods. A total of 1448 publications retrieved from the Web of Science Core Collection were examined through the Bibliometrix/Biblioshiny software. The findings indicate a remarkable growth in the field, with annual publications increasing from approximately 40 in 2015 to over 220 in 2025, corresponding to an annual growth rate of 20.38%. The average age of documents (3.22 years) demonstrates that the literature is dynamic and rapidly evolving. The most productive journals were the Journal of Medical Internet Research and JMIR mHealth and uHealth, while the most influential publications were the TASMINH4 randomized controlled trial and the AASM clinical guideline on positive airway pressure therapy. The United States was the leading country in publication output, followed by China, the United Kingdom, and Italy. Keyword analysis revealed that central themes such as “hypertension,” “management,” and “blood pressure” coexisted with emerging topics like “telemedicine,” “self-management,” and “adherence.” Trend analyses showed a clear evolution from early digital health interventions to telehealth integration, guideline development, technology adoption, and care-focused themes. The thematic map indicated that clinical management-related concepts form the basic structure of the field, while themes related to care, health, and impact act as motor themes driving development. Collectively, the results highlight that digital health applications have become a rapidly expanding, influential, and globally collaborative research area within hypertension management.

Keywords: Hypertension; Digital health; Mobile health; Telemonitoring; Telemedicine; Self-management; Treatment adherence; Blood pressure management; Bibliometric analysis

KADINLARDA STRES YÖNETİMİ MÜDAHALELERİNİN KARDİYOVASKÜLER RİSK ÜZERİNE ETKİLERİ: 2010–2025 BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Araş. Gör. Dr. Ayşe DAĞISTAN AKGÖZ
Department of Public Health Nursing, Faculty of Nursing, Akdeniz University, Dumlupınar Bulvarı, 07058, Antalya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-2933-3402

ÖZET

Bu bibliyometrik analiz, 2010–2025 döneminde kadınlarda stres yönetimi müdahalelerinin kardiyovasküler risk üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel yayınların yapısal ve tematik özelliklerini değerlendirmektedir. Web of Science Core Collection veri tabanında gerçekleştirilen tarama sonucunda toplam 904 yayın analiz edilmiştir. Yayın eğilimleri, stres yönetimi ve kardiyovasküler sağlık konularına yönelik bilimsel ilginin özellikle 2020 sonrası dönemde belirgin biçimde arttığını göstermektedir. En çok atıf alan çalışmaların, psikososyal stresin fizyolojik mekanizmalar, davranışsal sonuçlar ve sağlık eşitsizlikleri üzerinden kadınlarda kardiyovasküler riski artırdığını gösteren kapsamlı meta-analiz ve derlemeler olduğu belirlenmiştir. Anahtar kelime ve tematik analiz bulguları, kadınlarda stres yönetimi araştırmalarının ağırlıklı olarak kan basıncı regülasyonu, kalp hızı değişkenliği, psikolojik stres ve depresyon ekseninde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Tematik harita, heart-rate-variability–stress–depression kümesinin gelişmiş temalar arasında yer aldığını; blood-pressure–women–health temasının ise alanın temel araştırma eksenini oluşturduğunu göstermektedir. Ülke üretkenliği açısından ABD'nin hem tek ülke hem de çoklu ülke işbirliklerinde lider olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, stres yönetimi müdahaleleri kadınlarda kardiyovasküler riski azaltmaya yönelik önemli bir koruyucu unsur olarak öne çıkmakta; mindfulness, meditasyon ve yoga gibi yaklaşımların otonom fonksiyonlar ve hemodinamik göstergeler üzerinde olumlu etkiler sağladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: kadınlar; stres yönetimi; kardiyovasküler risk; bibliyometrik analiz; heart-rate-variability; kan basıncı

STRESS MANAGEMENT INTERVENTIONS AND CARDIOVASCULAR RISK IN WOMEN: 2010–2025 BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT

This bibliometric analysis examines the structural and thematic characteristics of scientific publications addressing the effects of stress management interventions on cardiovascular risk among women between 2010 and 2025. A total of 904 publications indexed in the Web of Science Core Collection were analyzed. The findings indicate a substantial rise in research productivity after 2020, reflecting the growing global interest in the physiological and psychosocial effects of stress on women's cardiovascular health. Highly cited studies

predominantly include systematic reviews and meta-analyses that demonstrate how psychosocial stress increases cardiovascular risk through biological mechanisms, behavioral pathways, and social determinants of health. Keyword and thematic analyses reveal that research has primarily focused on blood pressure regulation, heart rate variability, psychological stress, and depression. The thematic map shows that the heart-rate-variability–stress–depression cluster represents well-developed themes, whereas the blood-pressure–women–health cluster constitutes the core structure of the field. The United States was identified as the most productive and collaborative country within this research domain. Overall, the results highlight that stress management interventions—such as mindfulness, meditation, and yoga—play an essential protective role in reducing cardiovascular risk among women, demonstrating beneficial effects on autonomic function and hemodynamic parameters.

Keywords: women; stress management; cardiovascular risk; bibliometric analysis; heart-rate-variability; blood pressure

FERMENTE ÜRÜNLERDE YENİ BAKIŞ AÇILARI VE SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

Gülçin ŞATIR
Suleyman Demirel University, Faculty of Health, Department of Nutrition and Dietetics, 32260 Isparta
ORCID: 0000-0003-1862-6434

ÖZET

Fermente gıdalar yüzyıllardır insan beslenmesinin ayrılmaz bir parçası olarak, eşsiz bir tat, doku ve sağlık yararları sunmaktadır. Son yıllarda, bitki bazlı fermente ürünler, sürdürülebilir, besleyici ve fonksiyonel gıdalara yönelik artan tüketici talebi nedeniyle önemli ölçüde ilgi görmektedir. Tüketiciler, hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik ve kişisel sağlık konusundaki endişeler nedeniyle de giderek daha fazla bitki bazlı beslenmeye yönelmiştir. Fermente bitki bazlı gıdalar da, geleneksel süt ve et ürünlerine alternatifler sunarak bu tercihlerde ön plana çıkmaktadır. Fermente et ve süt ürünleri özellikle bitki bazlı fermente gıdalar, önemli sağlık yararları sunan peptitler, polifenoller, fitokimyasallar, flavonoidler ve vitaminler gibi fonksiyonel bileşenler açısından zengindir. Bu biyoaktif bileşenlerde fonksiyonel fermantasyon sırasında üretilir ve sindirimin iyileştirilmesi, bağışıklık fonksiyonunun iyileştirilmesi ve kronik hastalıkların önlenmesiyle ilişkilidir. Bu derleme, fermente ürünlerin tüketimi ve sağlık yararları, özellikle antimikrobiyal, antiinflamatuar, antidiyabetik, hipokolesterolemik, antioksidan, tansiyon düşürücü etkileri ve gastrointestinal sistem ve mikrobiyota üzerindeki etkileri, antikarsinojenik, immünomodülasyon ve antialerjik etkileri gibi immünolojik faydaları hakkındaki mevcut bilimsel kanıtlara odaklanmaktadır. Fermente gıdalardaki inovatif gelişmelerin, sadece gıda güvenliğini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin genel sağlık durumuna da katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Fermente gıdaların geleceği, sağlıklı yaşam ve sürdürülebilir gıda üretimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir

Anahtar Kelimeler: Fermente gıdalar, bitki bazlı fermente gıdalar, fonksiyonel bileşen, sağlık

NEW PERSPECTIVES IN FERMENTED FOODS AND THEIR HEALTH RELEVANCE

ABSTRACT

Fermented foods have been an integral part of human diets for centuries, offering a unique combination of taste, texture, and health benefits. In recent years, plant-based fermented foods have attained significant attention due to the growing consumer demand for sustainable, nutritious, and functional foods. Consumers are increasingly adopting plant-based diets due to concerns about animal welfare, environmental sustainability, and personal health. Fermented plant-based foods and beverages offer alternatives to traditional dairy and meat products. Fermented dairy and meat products, and especially plant-based fermented foods, are rich in

bioactive compounds, such as peptides, polyphenols, phytochemicals, flavonoids, and vitamins, which offer significant health benefits. These compounds are generated during fermentation and have been linked to improved digestion, immune function, and chronic disease prevention. This review is focused on existing scientific evidence regarding the consumption of fermented foods and their health benefits, principally antimicrobial, anti-inflammatory, antidiabetic, hypocholesterolemic, antioxidant, hypotensive effects, and immunological benefits, such as effects on the hosťs intestine and microbiome, anti-carcinogenic, immunomodulation, and antiallergenic effects. It is believed that innovative developments in fermented foods will not only ensure food safety but also contribute to the overall health of individuals. The future of fermented foods has great potential in terms of healthy living and sustainable food production.

Keywords: Fermented foods, plant-based foods, functional compounds, health

GİRİŞ

Fermente süt ürünleri, dünya genelinde yaygın olarak tercih edilen ve son yıllarda önemli bir tüketim artışı gösteren gıdalardır. Fermente ürünlere olan tüketici ilgisi, bu ürünlerin sunduğu besin ve sağlık yararları nedeniyle de artmaktadır; çünkü fermente ürünlerin mikrobiyota üzerindeki etkisi sağlıklı bir yaşam sürdürmeye ve yaşam beklentisini artırmaya önemli katkıda bulunmaktadır (Sawant vd. 2025). Bu anlamda, hayvansal kaynaklı fermente süt ve et ürünleri, sağlığı teşvik eden geniş bir yenilikçi ürün ve fonksiyonel gıda geliştirilmesi için mükemmel bir yelpaze sunmaktadır. Gıda endüstrisindeki mevcut trendler ve sağlıklı gıdalara artan talep, probiyotik, prebiyotik ve postbiyotik bakteriler gibi biyoaktif bileşen sağlayan ürünlerin geliştirilmesine yol açmıştır. En çok çalışılan fermente süt ürünü olan yoğurt, kumys, skyr, yakult ve kefir gibi fermente süt ürünleridir (Shiby vd. 2013).

Laktoza intoleransı olan ve vejetaryen beslenen bireyler arasında süt içermeyen ürünlere yönelim giderek artmaktadır. Son yıllarda, bitki bazlı fermente gıdalar, sürdürülebilir, besleyici ve işlevsel gıdalara yönelik artan tüketici talebi nedeniyle önemli ölçüde ilgi görmektedir. Tüketiciler, hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik ve kişisel sağlık konusundaki endişeler nedeniyle giderek daha fazla bitki bazlı beslenmeyi benimsemektedir. Çünkü bitki bazlı beslenme, hayvan bazlı beslenmeye kıyasla daha düşük çevresel etkileriyle bilinmektedir (Nebl vd. 2019). Baklagiller, tahıllar ve yağlı tohumlardan elde edilen bitki proteinleri daha düşük karbon ayak izine sahiptir ve üretim için daha az kaynak gerektirir. Bitki bazlı fermente gıdalar, önemli sağlık yararları sunan peptitler, polifenoller, fitokimyasallar, flavonoidler ve vitaminler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir. Bu fonksiyonel bileşenler fermantasyon sırasında üretilir ve sindirimin iyileştirilmesi, bağışıklık fonksiyonunun iyileştirilmesi ve kronik hastalıkların önlenmesiyle doğrudan bağlantılıdır (Chen vd. 2019; Şanlıer vd. 2019).

Küresel bitki bazlı fonksiyonel gıda pazarı, tüketicilerin daha sağlıklı, sürdürülebilir ve etik gıda seçeneklerine olan talebinin etkisiyle son yıllarda önemli bir büyüme yaşamaktadır. Küresel bitki bazlı gıda pazarının 2024'ten 2031'e kadar %12,3'lük yıllık büyüme oranıyla 2031 yılına kadar tahmini 113,1 milyar ABD doları değerine ulaşması öngörülmektedir (CAGR 2025).

Son yıllarda, bitki bazlı gıdaların fermantasyonu, bu ürünlerin besin profilini iyileştirmedeki rolü nedeniyle önemli ölçüde dikkat çekmiştir. Bitki bazlı gıdaların fermantasyonu, biyoyararlanımı artırarak, protein kalitesini zenginleştirerek, vitamin ve mineralleri biyosentezleyerek ve fonksiyonel metabolitler üreterek besin değerlerini iyileştirmek için güçlü bir yöntem sunmaktadır (Şekil 1). Gıda endüstrisinde fermantasyon teknolojilerinin uygulamaları, yalnızca besleyici bitki bazlı gıdalara yönelik artan küresel talebi karşılamaya yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda gıda güvenliğine ve sağlık iyileştirmesine de katkıda bulunur. Burada, biyoyararlanım ve besin salınımı, protein zenginleştirme, vitamin ve mineral biyosentezi ve fonksiyonel metabolitlerin üretimi dahil olmak üzere fermantasyon yoluyla besin iyileştirmenin çeşitli boyutları ön plana çıkmaktadır (Dhiman vd. 2025).

Bu derleme, fermente gıdaların tüketiminde fonksiyonel ürün özellikleri ve antimikrobiyal, antiinflamatuar, antidiyabetik, hipokolesterolemik, antioksidan, tansiyon düşürücü etkileri ve gastrointestinal sistem ve mikrobiyota üzerindeki etkileri, antikarsinojenik, immünomodülasyon ve antialerjik etkileri gibi immünolojik faydaları hakkındaki mevcut bilimsel kanıtlara odaklanmaktadır.

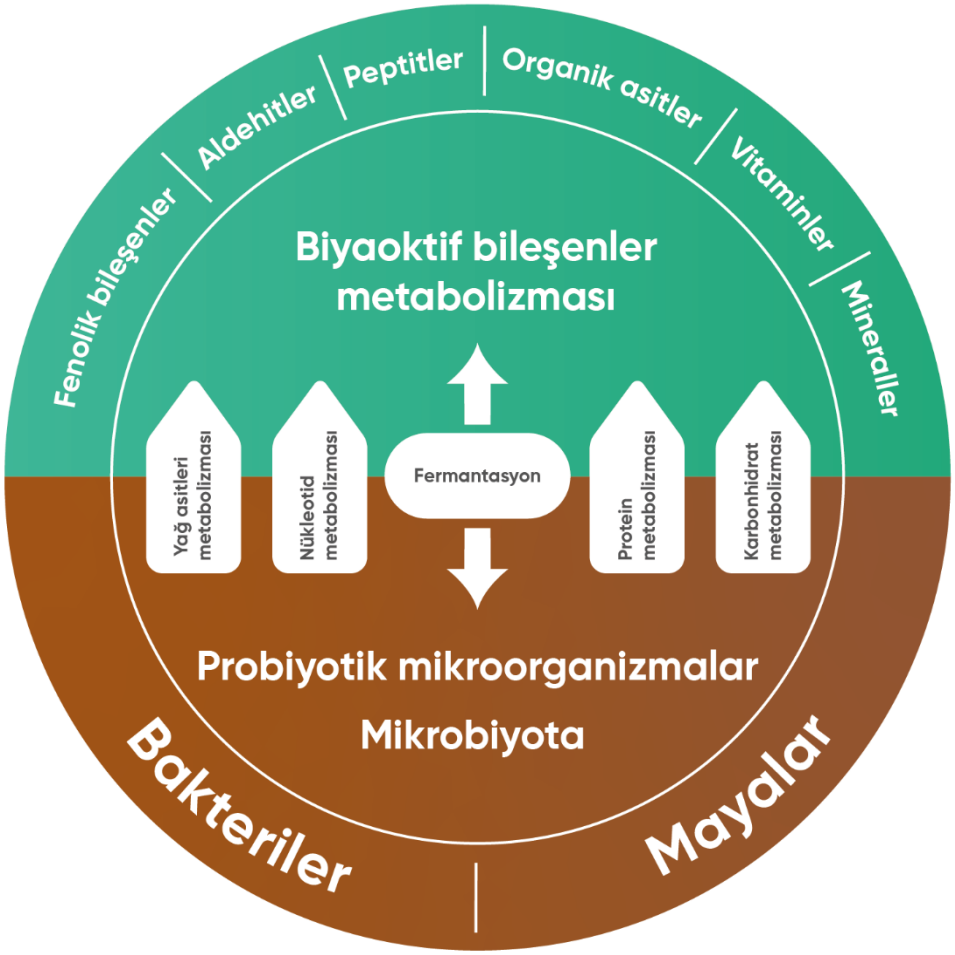


Şekil 1. Bitki bazlı gıdaların fermantasyonla besin değerlerinin artırılması

Fermentasyon Süreci ve Sağlığı Geliştirici Bileşenler

Dünyada en eski ve ekonomik gıda hazırlama yöntemlerinden biri olan fermantasyon, mikroorganizmaların büyüme ve metabolik aktivitelerinden yararlanılarak gıdaların korunmasını sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Nuraida, 2019). Fermente ürünlerin büyük çoğunluğu probiyotik mikroorganizmaları içeren doğal fermantasyon süreciyle oluşur. Fermantasyon süreci genellikle gıdanın besin değerini ve biyoyararlanabilirliğini artırmaktadır (Şekil 2). Yaygın olarak tüketilen fermente ürünler; fermente süt ürünleri, fermente et ürünleri, fermente balıklar, fermente sebze ve meyveler, fermente soya ve diğer baklagiller, fermente tahıl ürünleri olarak örneklendirilebilir (Tamang vd. 2010; Karaçıl vd. 2013)

Fermente süt ürünleri, kazein (α-s1, α-s2, β-kazein, κ-kazein) ve whey proteinleri (β-laktoglobulin, α-laktoalbumin, laktoferin, immünoglobulinler, glukomakropeptit, enzimler ve büyüme faktörleri) gibi yüksek kaliteli proteinlerden oluşur (Frias ve Peñas 2016). LAB'nin proteolizinde belirli peptitler serbest bırakılır. Bu peptitler biyolojik olarak aktiftir ve immünomodülatör, antifungal, antimikrobiyal, antioksidan ve anti-kanserojen aktiviteleri vardır (Fernandez vd. 2017). Biyoaktif peptitlerin en dikkat çekici alt grubu, süt proteinlerinin laktik asit bakterilerinin hücre duvarındaki proteinazlar tarafından parçalanması sırasında süt fermantasyonu sırasında oluşan anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörü peptitleridir. Bir diğer biyoaktif bileşen olan ekzopolisakkaritler, fermantasyon sırasında çeşitli mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak üretilen şekerlerin doğal polimerleridir (Deepak vd. 2016). Laktik asit bakterilerinin bazı suşları tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin antioksidan, antidiyabetik, antikarsinojen, kolesterol düşürücü ve immünomodülatör özelliklerinden kaynaklanan potansiyel sağlık yararları nedeniyle, bu biyoaktif bileşen önem kazanmaktadır (Nampoothiri vd. 2017). Fermente süt ürünlerinden yoğurt, yağ asitleri içeriği olarak %25 tekli doymamış ve %3 çoklu doymamış yağ asitleri içerir ve A, D, E ve K vitaminlerinin yağda çözünen taşıyıcılarıdır. Ayrıca, fermente süt ürünleri yüksek seviyelerde konjuge linoleik asit içermektedir. Laktoz, fermente süt ürünlerinde bulunan ana karbonhidrattır ve fermantasyon sonrası laktik asit oluşumuna yol açar. Glukoz ve galaktoza hidrolizi, esas olarak sindirim sisteminde β-galaktozidaz tarafından gerçekleşir. Buna ek olarak, LAB tarafından üretilen bazı türlerde oligosakaritler, polisakaritler ve ekzosakaritler (homo ve heteropolisakaritler) içerir (Fernandez vd. 2017).



Şekil 2. Mikrobiyal metabolizma ve biyoaktif bileşenler

Mikrobiyota

Fermente gıdalar, mikrobiyota ve gastrointestinal sağlık için önemli modülatörler olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bazı yeni araştırmalar, bu fermente gıdaların (örneğin yoğurt, kefir, kimchi, lahana turşu vb.) tüketimini ve bağırsak mikrobiyal toplulukları ve konak metabolizması üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Wastyk vd (2021), fermente gıdalar açısından zengin bir diyetin, bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini artırdığını ve IL-6 ve IL-10 gibi inflamasyon biyobelirteçlerini azalttığını ifade etmektedirler.

Probiyotik suşların (*Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* dahil) yüzey molekülleri ve metabolitleri, bağırsak epitel ve antijen sunan hücrelerdeki desen tanıma reseptörleri (TLR2 ve TLR4 gibi) ile etkileşime girer. Bu etkileşimler, doğuştan gelen bağışıklık yollarını aktive ederek, antiinflamatuar sitokinlerin (özellikle IL-10) üretimine ve proinflamatuar baskılanmasına yol açar (Dimidi vd. 2019). Probiyotik suşlar ayrıca, sıkı bağlantı proteinlerini kodlayan genleri düzenleyerek ve mukus salgısını artırarak epitel bariyer bütünlüğünün korunmasına katkıda bulunur; bunlar toplu olarak patojen istilasına ve sistemik endotoksemiye

karşı koruma sağlar. Fermente gıdaların bağışıklık modülasyonunda, patojen direncinde ve antiinflamatuar yanıtlar üzerindeki rolü pek çok çalışmada vurgulanmaktadır (Rose vd. 2021).

Prebiyotikler, öncelikle diyet lif ve oligosakkaritler olmak üzere sindirilemeyen diyet bileşenleri olarak tanımlanır ve *Lactobacillus* spp. gibi gastrointestinal sistem boyunca yararlı mikroorganizmaların büyümesini ve aktivitesini seçici olarak uyarır (Holscher 2017). Prebiyotik bileşenlerin temel özelliği sağlam ulaşan sindirilemeyen karbonhidratlar olmalarıdır ve kolona ulaştıklarında yerleşik mikrobiyota için fermente edilebilir substratlar olarak görev yapar. Prebiyotikler, probiyotiklerin veya diğer faydalı bakterilerin kolon içinde hayatta kalmasını, büyümesini ve performansını artırmaktadır. (Hill vd. 2014). Prebiyotiklerin en öenmli kaynağo eksopolisakkaritler, bir diğer kaynağı galaktooligosakaritler, polidekstroz, sialil laktoz ve sialil laktozdur; bu bileşenler B vitaminlerinin emilimini ve sentezini önemli ölçüde artırabilir. Prebiyotikler, gastrointestinal mikrobiyota kompozisyonunda ve aktivitesinde belirli değişiklikler üreten seçici fermantasyona sahip bir bileşendir ve konak sağlığı üzerinde faydalı etkileri vardır (Hill vd. 2017). Gastrointestinal mikrobiyota, prebiyotiklerin seçici fermantasyonunu gerçekleştirir ve biyoaktif metabolitlerin üretimi yoluyla gastrointestinal sağlığın modülasyonuna destek sağlar. Özellikle kompleks karbonhidratların fermantasyonu ile üretilen kısa zincirli yağ asitleri (asetat, propiyonat, bütirat, laktat) bağırsak hücreleri üzerinde derin bir etkiye sahiptir ve mukozal proliferasyon, iltihaplanma, kolorektal kanserojenite, mineral emilimi ve azotlu bileşiklerin eliminasyonu gibi çeşitli süreçlerin kontrolünde yer alır (García-Burgos vd. 2020). Sonuç olarak, prebiyotikler bariyer fonksiyonunda iyileşmeler, inflamasyonda azalma ve diğer hastalık durumlarının hafifletilmesiyle ilişkilendirilmiştir. Bu faydalar, diyet yönetiminde ve çeşitli GI ile ilişkili durumların önlenmesinde yararlılıklarını vurgulamaktadır (Roy vd. 2023).

Sinbiyotikler, probiyotik mikroorganizmaları büyümelerini destekleyen substratlarla birlikte sunarak gastrointestinal sağlığını destekleyen fermente gıdalar ve prebiyotiklerin bir kombinasyonudur. Simon vd. Sinbiyotiklerin mikrobiyom çeşitliliğini iyileştirdiğini, bağırsak düzenliliğini artırdığını ve IBS ile şişkinlikle ilişkili semptomları azalttığını tespit etmiştir (Simon vd. 2021). Dahası, sinbiyotikler biyoyararlanıma katkı sağlar ve vitamin ve minerallerin emilimine yardımcı olan mikrobiyal metabolitlerin üretimini teşvik edebilir; bu, özellikle vegan beslenme modeli uygulayan bireyler için önerilmektedir. (Łuszczki vd. 2023). Genel olarak, sinbiyotikler, hem terapötik hem de koruyucu sağlık uygulamaları için büyüyen bir potansiyele sahip olarak, bağırsak sağlığını, bağışıklık fonksiyonunu ve besin emilimini artırmaya yönelik umut verici bir yaklaşımı temsil etmektedir.

Metabolik ve Antiinflamatuar Fayda: Obezite, Diyabet ve Kardiyovasküler Sağlıktaki Rolü

Fermente gıdalar metabolik sağlığı iyileştirmede ve inflamasyonu azaltmada etkilidir; bunların her ikisi de obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalık gibi hastalıkların tedavisi ve yönetiminde önemli faktörlerdir. Fermente gıdalarda, probiyotik mikroorganizmalar (örneğin, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* spp.) bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek insülin duyarlılığı, glikoz homeostazı ve lipit metabolizması dahil olmak üzere metabolik fonksiyonlara katkıda bulunmaktadır. (Nithya vd. 2023). Bu probiyotik mikroorganizmalar ayrıca, antiinflamatuar etkileriyle metabolik sağlığı iyileştirdiği gösterilen kısa zincirli yağ asitlerinin biyosentezini de etkiler. Fermantasyon süreci sırasında, bütirat üretilerek yağ hücresi farklılaşmasını düzenlemede ve obeziteyle ilişkili inflamasyon belirteçlerini azaltmada önemli roller oynar (Fusco vd. 2023). Fermantasyon sırasında probiyotikler ve bazı biyoaktif peptitler kolesterol seviyelerini düzenleyebilir ve lipit metabolizmasını düzenleyerek, kan basıncını düşürerek ve endotel fonksiyonunu artırarak kardiyovasküler sağlığı iyileştirebilmektedir (Wu vd. 2022). Yapılan çalışmalar fermente süt ürünlerinin tüketimi ile hipertansiyon ve ateroskleroz riskinin azalması arasında bir korelasyon olduğunu ve bunun kardiyovasküler hastalık morbiditesi üzerinde potansiyel bir etkiye işaret ettiğini göstermiştir Buendia vd. 2018).

Bilişsel ve Nörolojik Etki: Fermente Gıdalardan Elde Edilen Nöroprotektif Metabolitler

Son yıllarda, fermente gıdaların bilşşsel fonksiyonlara yönelik etkileri literatürde giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu ilgi, gıdanın fermantasyonu sırasında oluşan ve beyin sağlığı üzerinde etkileri olabilecek metabolitlerden kaynaklanmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının merkezi sinir sistemiyle iletişim kurduğu bağırsak-beyin ekseni, bilişsel işlev ve duygu durumla bağlantı kurmaktadır (Porras-García vd. 2023). Fermente gıdalar, tüketildiğinde probiyotikler, stres, biliş ve ruh halini düzenlemede temel roller oynayan (GABA), serotonin ve dopamin gibi metabolitler üretebilir (İçer vd. 2024; Park vd. 2025). Fermente gıdaların içerdiği biyoaktif bileşenlerin etkilerini gösterdiği spesifik mekanizmalar henüz net olmasa da, Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıklarda rol oynayan iki faktör olan nöroinflamasyon ve oksidatif stresi düzenleyebilecekleri varsayılmaktadır (Clapp vd. 2017; Galland vd. 2022).

Alerjen ve Sindirilebilirlik İyileştirmeleri: Gıda İntoleransı Risklerinin Azaltılması

Fermantasyon süreci alerjeniteyi azaltma ve belirli gıda ürünlerinin sindirilebilirliğini artırmak için de önemlidir ve bu da onları gıda intoleransı olan kişiler için daha güvenli hale getirmektedir (El Mecherfi vd. 2020). Fermantasyon ve ilişkili enzimler ayrıca bazı proteinlerin (örneğin soya ve buğday) alerjenik potansiyelini düşürebilmeketedir. Protein yapılarını parçalayarak ve immünoreaktiviteyi azaltarak fermantasyon, gıda intoleranslarını ve alerjileri

yönetmede faydalıdır (Pi vd. 2021). Fermente gıdalar ayrıca gluten hassasisyetini gidermeye yardımcı olur; Buğday bazlı ürünlerdeki LAB gluteni parçalayabilir, nihai üründeki varlığını önemli ölçüde azaltabilir ve ilgili sindirim rahatsızlığını azaltabilir (Rizzelo vd. 2007). Yapılan çalışmalarda fermente bitki bazlı gıdaların fermente edilmemiş muadillerine göre sindiriminin daha kolay olduğunu bu gelişmiş sindirilebilirliğin, amino asitler, mineraller ve vitaminler gibi besinlerin biyoyararlanımını artıran fermantasyon sürecinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Böylece malabsorpsiyon veya sindirim sorunları olan bireylere daha iyi beslenme olanağı sunmaktadır (Siddiqui vd. 2023) Zaten fermantasyonla birlikte, gıdalardaki B2 vitamini (riboflavin), B9 vitamini (folat), B12 vitamini ve K vitamini gibi birçok vitaminin seviyeleri artar. Fermantasyondan sorumlu bakteriler tarafından üretilen biyolojik olarak aktif peptitler, vitaminler ve diğer bileşenler nedeniyle birçok potansiyel sağlık faydası sağladığı düşünülmektedir (Öztürk, 2022).

Gelecek perspektifleri

Son yıllarda, gıda endüstrisinde geniş ürün yelpazesi nedeniyle, hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde geleneksel fermente ürünlerin (hayvansal kaynaklı) olası terapötik etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Fermente süt endüstrisi de, köklü işleme çerçeveleri nedeniyle geleneksel olarak probiyotik kültürlerin odak noktası olmuştur. Bununla birlikte, meyve, sebze ve tahıllar gibi süt ürünü içermeyen matrisler, yeni teknolojik ve formülasyon zorlukları ortaya çıkararak heyecan verici inovasyon fırsatları sunmaktadır. Hayvansal kaynaklı fermente ürün içermeyen probiyotik ürünlerinin yaygınlaşması, üreticilere de sağlıklı, sürdürülebilir ve fonksiyonel içeceklere yönelik artan tüketici talebini karşılama fırsatı sağlamaktadır (Abbasi vd. 2025). Bu noktada gıda endüstrisi, ürün stabilitesi, duyusal beğeni ve tüketici eğilimi gibi temel endişeleri ele alarak bu gelişen pazardan olabildiğince yararlanmalıdır. Bilimsel kanıta dayalı sağlık iddiaları, yenilikçi formüller ve fonksiyonel pazarlama stratejileri, fermente ürünleri daha geniş ve etkili bir şekilde konumlandırmak için elzemdir.

Zaten bitki bazlı fermente gıdalar, sağlık, çevre ve etik kaygıları giderme potansiyelleri nedeniyle son yıllarda önemli ölçüde ilgi görmektedir (Peng vd. 2025). Bu ürünler, besin değerini ve duyusal özelliklerini artırmak için fermantasyondan yararlanarak geleneksel hayvansal kaynaklı fermente gıdalara sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. Tüketicilerin bitki bazlı fermente gıdalara yönelik algısı, duyusal, beslenmeyle ilgili ve psikolojik faktörlerin karmaşık bir etkileşimidir. Çalışmalar, bu ürünler daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir olarak algılanırken, genellikle tat, doku ve aşinalıkla ilgili zorluklarla karşılaştıklarını göstermiştir (Giacalone, vd. 2022). Bitki bazlı fermente gıdalar, genellikle hayvansal muadillerinin duyusal özelliklerini taklit etmekte zorlanmaktadır. Örneğin, bitki bazlı süt alternatifleri, geleneksel süt

ürünlerine kıyasla daha zayıf aromalara ve tatlara sahiptir (Amyoony vd. 2023). Bu nedenle bitki bazlı fermente gıdalar ve içecekler daha fazla ilgi görmektedir (Satir, 2022). Tüketicilerin bitki bazlı fermente gıdaları tercihi ise, bölgelere ve kültürlere göre değişiklik göstermektedir (Peng vd. 2025). Bitki bazlı fermente gıdalar, geleneksel hayvansal ürünlerle ilişkili çevresel, sağlık ve etik sorunlara umut verici bir çözüm sunmaktadır. Tüketici algısı ve pazar kabulü duyusal, beslenme ve psikolojik faktörlerden etkilenirken, eğitim ve iletişim stratejileri şüpheciliğin giderilmesinde ve benimsenmesinin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir.Bu ürünlerin sağlık üzerine olumlu etkilerine yönelik daha fazla klinik çalışmalar tüketicilerin endişelerini giderebilir, bitki bazlı fermente gıda sektörü daha fazla pazar payına ulaşabilir ve böylece daha sürdürülebilir bir gıda sistemine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Laureati vd. 2024).

SONUÇ

Günümüz gıda endüstrisindeki geniş ürün yelpazesi nedeniyle fonksiyonel ürünler ve özellikle fermente ürünlerin ve içeceklerin hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki olası tedavi edici etkileri kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır. Gıdaların fermantasyonuna yönelik yapılan çok sayıda klinik klinik çalışma, bu ürünlerin immünomodülatör, antikarsinojenik, hipokolesterolemik, antioksidan ve hipotansif gibi işlevlere sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle bitki bazlı fermente ürünlere olan talebin arttığı Asya-Pasifik bölgelerinde bu talebi karşılamak için eşsiz bir pazar fırsatı sözkonusudur. Artık daha fazla tüketici geleneksel fermente ürünlerine alternatif ararken, özellikle bitki bazlı beslenmeye geçişin ivme kazandığı gelişmekte olan ekonomilerde, hayvansal protein içermeyen fermente bitki bazlı içeceklerin giderek artan bir paya sahip olması beklenmektedir. Araştırma, teknoloji ve pazar genişletme stratejilerine sürekli yatırım, mevcut engellerin üstesinden gelmek ve süt ürünü içermeyen probiyotiklere yönelik artan küresel talebi karşılamak için hayati önem taşıyacaktır. Sektör geliştikçe, süt ürünü içermeyen probiyotikler, geleneksel süt bazlı ürünlere sürdürülebilir, sağlıklı ve yenilikçi bir alternatif sunarak, fonksiyonel içecek pazarının temel taşlarından biri haline gelecektir. Meyve, sebze, baklagiller ve tahıllar gibi bileşenlerden üretilen bu fermente içecekler, laktoz intoleransı olan bireyler, vegan veya bitki bazlı beslenme uygulayanlar ve çevresel etkiye katkı sağlamak isteyen tüketiciler için umut verici bir çözüm sunmaktadır.

Ancak, bu sağlık faydalarını görmek için gereken tüketim düzeyi konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Abbasi, A., Sarabi-Aghdam, V., Fathi, M., & Abbaszadeh, S. (2025). Non-Dairy Fermented Probiotic Beverages: A Critical Review on the Production Techniques, Health Benefits, Safety Considerations, and Market Trends. Food Reviews International, 1-56.

Amyoony, J., Moss, R., Dabas, T., Gorman, M., Ritchie, C., LeBlanc, J., & McSweeney, M. B. (2023). An investigation into consumer perception of the aftertaste of plant-based dairy alternatives using a word association task. Applied Food Research, 3(2), 100320.

Buendia, J. R., Li, Y., Hu, F. B., Cabral, H. J., Bradlee, M. L., Quatromoni, P. A., & Moore, L. L. (2018). Regular yogurt intake and risk of cardiovascular disease among hypertensive adults. American Journal of Hypertension,31(5), 557-565.

Chen, C., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2019). Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. Nutrients, 11(4), 856.

Clapp, M., Aurora, N., Herrera, L., Bhatia, M., Wilen, E., & Wakefield, S. (2017). Gut microbiota's effect on mental health: The gut-brain axis. Clinics and practice, 7(4), 987.

Deepak, V., Ramachandran, S., Balahmar, R. M., Pandian, S. R. K., Sivasubramaniam, S. D., Nellaiah, H., & Sundar, K. (2016). In vitro evaluation of anticancer properties of exopolysaccharides from Lactobacillus acidophilus in colon cancer cell lines. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal, 52(2), 163-173.

Dhiman, S., Kaur, S., Thakur, B., Singh, P., & Tripathi, M. (2025). Nutritional Enhancement of Plant-Based Fermented Foods: Microbial Innovations for a Sustainable Future. Fermentation, 11(6), 346.

Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. Nutrients, 11(8), 1806.

El Mecherfi, K. E., Todorov, S. D., Cavalcanti de Albuquerque, M. A., Denery-Papini, S., Lupi, R., Haertlé, T., & Larré, C. (2020). Allergenicity of fermented foods: emphasis on seeds protein-based products. Foods, 9(6), 792.

Fernandez, M. A., Picard-Deland, É, Le Barz, M., Daniel, N., & Marette, A. (2017). Yogurt and health. In Fermented foods in health and disease prevention (pp. 305-338). Academic Press.

Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., & Peñas, E. (Eds.). (2016). Fermented foods in health and disease prevention.

Fusco, W., Lorenzo, M. B., Cintoni, M., Porcari, S., Rinninella, E., Kaitsas, F., & Ianiro, G. (2023). Short-chain fatty-acid-producing bacteria: key components of the human gut microbiota. Nutrients, 15(9), 2211.

Galland, F., de Espindola, J. S., Lopes, D. S., Taccola, M. F., & Pacheco, M. T. B. (2022). Food-derived bioactive peptides: Mechanisms of action underlying inflammation and oxidative stress in the central nervous system. Food Chemistry Advances, 1, 100087.

García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. Journal of Functional Foods, 72, 104059.

Giacalone, D., Clausen, M. P., & Jaeger, S. R. (2022). Understanding barriers to consumption of plant-based foods and beverages: Insights from sensory and consumer science. Current Opinion in Food Science, 48, 100919.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature reviews Gastroenterology & hepatology, 11(8), 506-514.

Hill, D., Sugrue, I., Arendt, E., Hill, C., Stanton, C., & Ross, R. P. (2017). Recent advances in microbial fermentation for dairy and health. Research, 6, 751.

Holscher, H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. Gut microbes, 8(2), 172-184.

Icer, M. A., Sarikaya, B., Kocyigit, E., Atabilen, B., Çelik, M. N., Capasso, R., & Budán, F. (2024). Contributions of gamma-aminobutyric acid (GABA) produced by lactic acid bacteria on food quality and human health: current applications and future prospects. Foods, 13(15).

Karaçıl, M. Ş., & Tek, N. A. (2013). Fermented products produced in the world: historical process and relationships with health.
Laureati, M., De Boni, A., Saba, A., Lamy, E., Minervini, F., Delgado, A. M., & Sinesio, F. (2024). Determinants of consumers' acceptance and adoption of novel food in view of more resilient and sustainable food systems in the EU: A systematic literature review. Foods, 13(10)
Łuszczki, E., Boakye, F., Zielińska, M., Dereń, K., Bartosiewicz, A., Oleksy, Ł., & Stolarczyk, A. (2023). Vegan diet: Nutritional components, implementation, and effects on adults' health. Frontiers in nutrition, 10, 1294497.
Nampoothiri, K. M., Beena, D. J., Vasanthakumari, D. S., & Ismail, B. (2017). Health benefits of exopolysaccharides in fermented foods. In Fermented foods in health and disease prevention (pp. 49-62). Academic Press.
Nebl, J., Schuchardt, J. P., Wasserfurth, P., Haufe, S., Eigendorf, J., Tegtbur, U., & Hahn, A. (2019). Characterization, dietary habits and nutritional intake of omnivorous, lacto-ovo vegetarian and vegan runners-a pilot study. BMC nutrition, 5(1), 51.
Nithya, A., Misra, S., Panigrahi, C., Dalbhagat, C. G., & Mishra, H. N. (2023). Probiotic potential of fermented foods and their role in non-communicable diseases management: An understanding through recent clinical evidences. Food Chemistry Advances, 3, 100381.
Nuraida, L. (2019). Fermented protein-rich plant-based foods. In Fermented food products (pp. 141-166). CRC Press.
Öztürk, İ. (2022). Beslenmede Fermente Gıdalar ve Probiyotikler. Beslenme ve Diyetetikte Biyopsikososyal Konulara Multidisipliner Yaklaşım, 39.
Park, G., Johnson, K., Miller, K., Kadyan, S., Singar, S., Patoine, C., & Nagpal, R. (2025). Almond snacking modulates gut microbiome and metabolome in association with improved cardiometabolic and inflammatory markers. Science of Food, 9(1), 35.
Peng, B., Nie, P., & Xu, H. (2025). Plant-Based Fermented Foods: Classification, Biochemical Transformations, and Health Benefits. Fermentation, 11(7), 364.
Plant-Based Food Market-Global Opportunity Analysis and Industry Forecast (2024-2031). (n.d.). CAGR. Available online: https://www.meticulousresearch.com/product/plant-based-food-market-5108 (accessed on 21 Nov 2025).
Pi, X., Sun, Y., Fu, G., Wu, Z., & Cheng, J. (2021). Effect of processing on soybean allergens and their allergenicity. Trends in Food Science & Technology, 118, 316-327.
Porras-García, E., Fernández-Espada Calderón, I., Gavala-González, J., & Fernández-García, J. C. (2023). Potential neuroprotective effects of fermented foods and beverages in old age: a systematic review. Frontiers in Nutrition, 10, 1170841.
Rizzello, C. G., De Angelis, M., Di Cagno, R., Camarca, A., Silano, M., Losito, I., & Gobbetti, M. (2007). Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: new perspectives for celiac disease. Applied and environmental microbiology, 73(14), 4499-4507.
Rose, E. C., Odle, J., Blikslager, A. T., & Ziegler, A. L. (2021). Probiotics, prebiotics and epithelial tight junctions: a promising approach to modulate intestinal barrier function. International journal of molecular sciences, 22(13), 6729.
Roy, S., & Dhaneshwar, S. (2023). Role of prebiotics, probiotics, and synbiotics in management of inflammatory bowel disease: Current perspectives. World Journal of Gastroenterology, 29(14), 2078.
Satir, G. (2022). The effects of fermentation with water kefir grains on two varieties of tigernut (Cyperus esculentus L.) milk. LWT, 171, 114164.
Sawant, S. S., Park, H. Y., Sim, E. Y., Kim, H. S., & Choi, H. S. (2025). Microbial Fermentation in Food: Impact on Functional Properties and Nutritional Enhancement-A Review of Recent Developments. Fermentation (Basel), 1(1).
Shiby, V. K., & Mishra, H. N. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods-A review. Critical reviews in food science and nutrition, 53(5), 482-496.
Siddiqui, S. A., Erol, Z., Rugji, J., Taşçı, F., Kahraman, H. A., Toppi, V., & Castro-Muñoz, R. (2023). An overview of fermentation in the food industry-looking back from a new perspective. Bioresources and bioprocessing, 10(1), 85.
Simon, E., Călinoiu, L. F., Mitrea, L., & Vodnar, D. C. (2021). Probiotics, prebiotics, and synbiotics: implications and beneficial effects against irritable bowel syndrome. Nutrients, 13(6), 2112.

Şanlier, N., Gökcen, B. B., & Sezgin, A. C. (2019). Health benefits of fermented foods. Critical reviews in food science and nutrition, 59(3), 506-527.
Tamang, J. P., Cotter, P. D., Endo, A., Han, N. S., Kort, R., Liu, S. Q., & Hutkins, R. (2020). Fermented foods in a global age: East meets West. Comprehensive reviews in food science and food safety, 19(1), 184-217.
Wastyk, H. C., Fragiadakis, G. K., Perelman, D., Dahan, D., Merrill, B. D., Yu, F. B., & Sonnenburg, J. L. (2021). Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status. Cell, 184(16), 4137-4153.
Wu, T., Wang, G., Xiong, Z., Xia, Y., Song, X., Zhang, H., & Ai, L. (2022). Probiotics interact with lipids metabolism and affect gut health. Frontiers in nutrition, 9, 917043.

ARAÇ KAPUT SİSTEMLERİNDE YAYA GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA KAFA ÇARPMA ANALİZİ VE HIC DEĞERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Buse Şimay BOZKURT
Bursa Uludag University, Department of Automotive Engineering, Bursa, TÜRKİYE
ORCID: 0009-0004-7700-0727
Dr. Harun GÜÇLÜ
Bursa Uludag University, Department of Automotive Engineering, Bursa, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-5679-313X

ÖZET

Otomotiv endüstrisinde yaya güvenliği, pasif güvenlik stratejilerinin önemli bir bileşeni olarak araç tasarımlarında giderek daha fazla dikkate alınmaktadır. Yaya çarpışmaları sırasında kafa bölgesinde meydana gelen yaralanmalar, ölümcül sonuçlara yol açabildiği için, kaput sistemlerinin kafa çarpma davranışı büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, bir araç kaputu üzerinde belirli bir noktada gerçekleştirilen yaya kafa çarpma analizi yardımıyla HIC (Head Injury Criterion) değerlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Analizler, BETA CAE ANSA yazılımı ile kaputun kafa çarpma bölgesini kapsayacak şekilde oluşturulan sonlu elemanlar modeli, LS-DYNA çözümcüsü ile explicit dinamik çözüm yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Yaya kafa çarpma senaryosu, Euro NCAP Pedestrian Protection Test Protocol referans alınarak modellenmiştir. Bu kapsamda erişkin kafa formu (adult headform) 4.5 kg kütleye ve 165 mm çapa sahip olacak şekilde modellenmiş, kaput yüzeyine 11.1 m/s (40 km/h) hızla çarptırılmıştır. Analiz süresi boyunca kaput yüzeyindeki deformasyon davranışı, kafa formu ivme tepkisi ve çarpışma sonrası geri sekme hareketleri incelenmiştir.

Çözüm sonuçları, BETA CAE META ortamında incelenmiştir. Kafa formu kütle merkezinden elde edilen ivme-zaman verileri kullanılarak HIC (Head Injury Criterion) değeri hesaplanmıştır. Elde edilen HIC değeri, Euro NCAP limit değerleri ile karşılaştırılmış ve çarpışma noktasındaki yaralanma potansiyeli belirlenmiştir. Bu çalışma, araç kaput sistemlerinde tek noktalı kafa çarpma senaryosuna odaklanarak yaya kafa yaralanma riski değerlendirmesi için sonlu eleman analizinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, araç kaput geometrisinin yaya güvenliği performansı üzerindeki etkisini nicel olarak ortaya koymakta ve ileri tasarım çalışmalarına yön verecek mühendislik temelli bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaya güvenliği, Kafa çarpma analizi, HIC (Kafa Yaralanma Kriteri), Sonlu elemanlar analizi, Euro NCAP, Pasif güvenlik, Kaput sistemi

HEAD IMPACT ANALYSIS AND EVALUATION OF HIC VALUES IN VEHICLE HOOD SYSTEMS WITHIN THE SCOPE OF PEDESTRIAN SAFETY

ABSTRACT

In the automotive industry, pedestrian safety is increasingly being considered as an essential component of passive safety strategies in vehicle design. Since head injuries occurring during pedestrian collisions can lead to fatal consequences, the head impact behavior of hood systems has become highly significant. This study aims to determine and evaluate HIC (Head Injury Criterion) values through a pedestrian head impact analysis conducted at a specific point on a vehicle hood.

The analyses were performed using an explicit dynamic solution method with the LS-DYNA solver on a finite element model of the hood, created in BETA CAE ANSA software to cover the head impact region. The pedestrian head impact scenario was modeled based on the Euro NCAP Pedestrian Protection Test Protocol. In this context, an adult headform with a mass of 4.5 kg and a diameter of 165 mm was modeled and impacted onto the hood surface at a velocity of 11.1 m/s (40 km/h). During the simulation, the deformation behavior of the hood surface, the acceleration response of the headform, and its rebound motion after impact were examined.

The simulation results were evaluated in the BETA CAE META environment. Using the acceleration–time data obtained from the headform's center of gravity, the HIC (Head Injury Criterion) value was calculated. The obtained HIC value was compared with the Euro NCAP limit values, and the injury potential at the impact location was assessed. This study demonstrates that finite element analysis can be effectively utilized to evaluate pedestrian head injury risk by focusing on a single-point head impact scenario on vehicle hood systems. The findings quantitatively reveal the influence of hood geometry on pedestrian safety performance and provide an engineering-based assessment that can guide future design improvements.

Keywords: Pedestrian safety, Head impact analysis, HIC (Head Injury Criterion), Finite element analysis, Euro NCAP, Passive safety, Hood system

1. INTRODUCTION

The continuous evolution of automotive technology and increasingly stringent global safety regulations have positioned vehicle safety as a central focus of modern vehicle development. Regulatory frameworks such as the European General Safety Regulation, UN R127 for pedestrian protection, and FMVSS in the United States require that new passenger vehicles satisfy a series of structural, dynamic, and biomechanical performance criteria before receiving market approval. As reflected across various studies, the holistic safety of a road transportation

system must equally consider drivers, occupants, and vulnerable road users such as pedestrians, cyclists, and motorcyclists.

Pedestrian protection has become one of the most challenging areas in safety engineering because pedestrian performance objectives frequently contradict structural stiffness requirements. Regulatory procedures such as UN R127 and Euro NCAP define the head-impact test conditions, impact velocities (35 km/h for UN, 40 km/h for NCAP), and zones on the hood and windscreen where adult and child head forms must be evaluated ((EU NCAP Vulnerable Road User Testing Protocol, 2023). These zones reflect realistic pedestrian kinematics: child head forms impact near the front regions of the hood, while adult head forms tend to impact closer to the rear hood or cowl area.

The literature emphasizes that minimizing permanent head injury risk requires controlling not only peak acceleration but also the duration of the impact pulse. Structural elements under the hood including engine components.

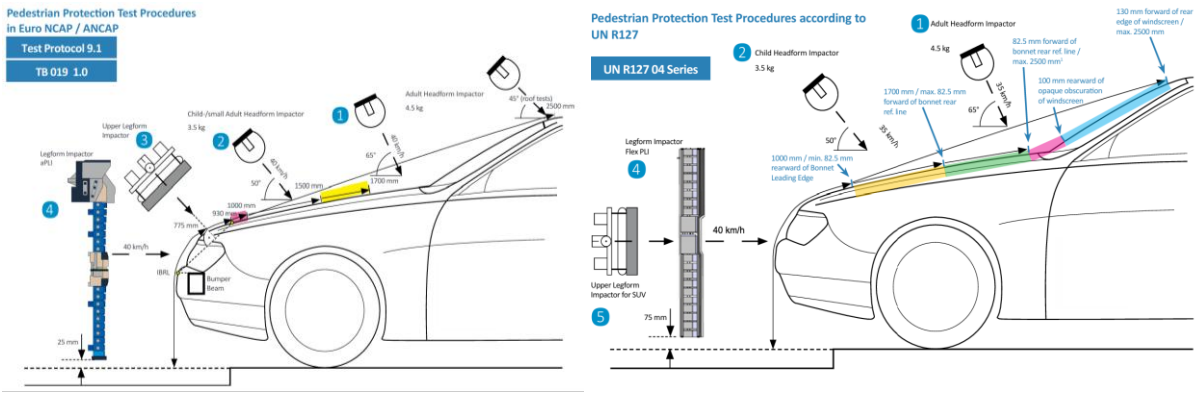


Figure 1 . Homologation and EU NCAP pedestrian protection regulations (Safety Companion, 2025)

CAE plays a decisive role in supporting physical head-impact testing by enabling reliable virtual prediction and early design refinement. Through simulation, engineers can evaluate numerous hood concepts before prototype creation, assess local compliance in critical impact zones, and identify rigid structural paths that may elevate HIC values. This virtual environment allows targeted adjustments to panel thickness, reinforcement layout, and under-hood component positioning to ensure sufficient deformation space during an impact. By correlating CAE results with regulatory head form models, potential failure regions can be identified and resolved long before physical validation. Consequently, CAE minimizes late-stage design changes, reduces prototype testing cost, and increases the likelihood that physical head-impact tests will meet regulatory performance requirements on the first attempt.

The present study aims to evaluate the head-impact performance at a selected critical location on the vehicle hood and to understand the structural mechanisms governing the resulting HIC response. To achieve this, a high-fidelity CAE headform simulation is performed to replicate the Euro NCAP pedestrian impact scenario in a controlled virtual environment. This approach enables detailed investigation of local stiffness distribution, deformation behaviour, and potential hard-point interactions beneath the hood surface. The assessment is based on the Head Injury Criterion (HIC_{15}), which quantifies the severity of headform deceleration during impact, and is evaluated according to Euro NCAP rating bands, where lower HIC values correspond to reduced injury risk and higher safety performance. By identifying the structural contributors to peak acceleration and potential areas of non-compliance, the study provides design-oriented insights that support early refinement of the hood architecture, improving the likelihood of successful physical testing and reducing the need for iterative prototype development.

Euro NCAP classifies head-impact performance using colour-coded rating bands, where lower HIC values correspond to reduced injury risk and higher safety scores. The official rating thresholds are defined as follows:

$HIC_{15} < 650$	Green (Good)
$650 \leq HIC_{15} < 1000$	Yellow (Adequate)
$1000 \leq HIC_{15} < 1350$	Orange (Marginal)
$1350 \leq HIC_{15} < 1700$	Brown (Poor)
$HIC_{15} \geq 1700$	Red (Very Poor)

Table 1. Euro NCAP HIC_{15} Rating (EU NCAP Vulnerable Road User Testing Protocol, 2023)

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Child headform CAE model preparation

In this study, the pedestrian impact assessment was performed using a child headform CAE model constructed in accordance with the EEVC regulations, as the selected impact location falls within the child head impact zone. The headform was modelled with a total mass of 3.5 kg and a diameter of 165 mm, ensuring compliance with the prescribed inertial properties and geometric specifications. The impactor was launched toward the hood surface at a prescribed velocity of 40 km/h, consistent with the Euro NCAP test procedure for child headform impacts.

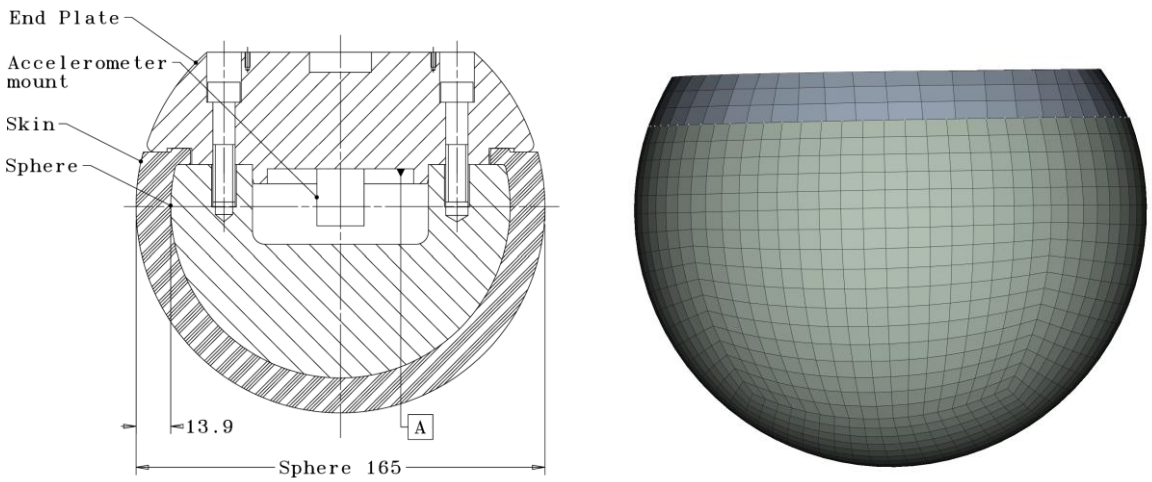


Figure 2. Child headform CAE model (EEVC, 1998)

2.2. Vehicle CAE Model

The vehicle model was derived from the full-scale finite element Honda Accord model available through the NHTSA open-source database. To prepare the model for pedestrian impact simulation, the full vehicle mesh was systematically cropped to include only the hood region and the adjacent A-pillar structures, while all non-essential subsystems—such as powertrain components, interior trim, rear-body structures, and unrelated assemblies—were removed to improve computational efficiency. The model was then constrained by fixing the upperbody BIW and A pillar ending section of the vehicle, providing a stable and realistic boundary condition for local hood deformation. This simplification strategy preserved all structural elements influencing head-impact behaviour while significantly reducing solution time, enabling an efficient yet accurate CAE environment for evaluating the HIC response at the targeted hood location.

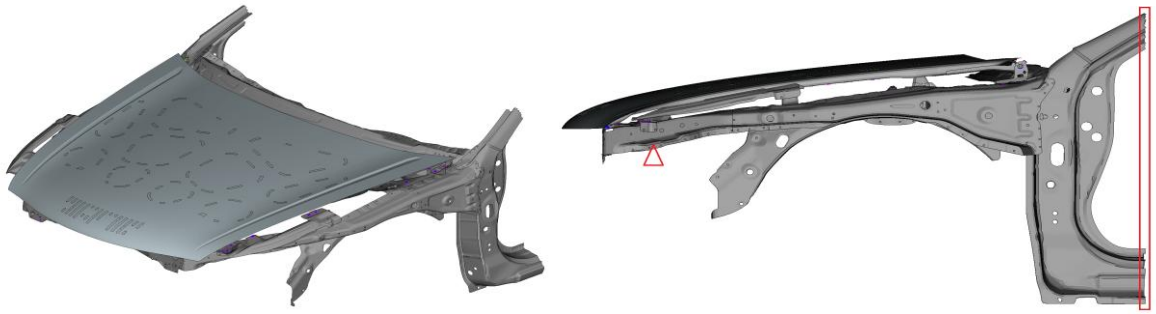


Figure 3. Vehicle CAE model

The hood structure was modelled in LS-DYNA using shell elements to accurately represent the thin-walled geometry and deformation behaviour under head impact loading. The hood outer panel was defined with a thickness of 0.7 mm, while the inner panel was assigned 0.6 mm, both constructed using IF 300 steel material properties to reflect their real-world mechanical characteristics. Additional reinforcements were included to capture local stiffness contributions: the hinge reinforcement brackets were modelled with 1.6 mm IF 260 steel, and the latch reinforcement region was represented using 0.6 mm IF 260 steel. To accurately simulate hood kinematics during impact, the hinge attachments were defined using revolute joint constraints, enabling rotational motion consistent with physical hinge behaviour. This approach allows the hood to deform and rotate realistically during the headform strike, ensuring that the CAE model reflects true boundary conditions and structural response mechanisms that influence the resulting HIC_{15} values.

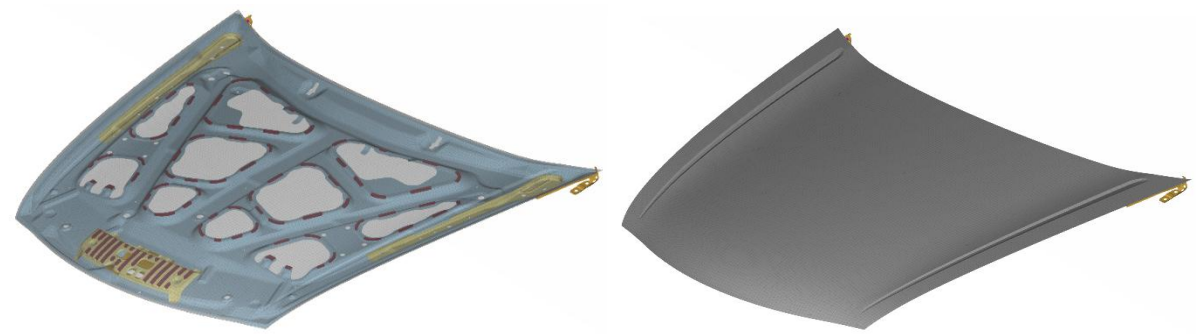


Figure 4. Hood Structure CAE model

2.3. Vehicle head impact positioning

According to the Euro NCAP pedestrian protection protocol, child and adult head-impact locations on the vehicle hood are determined using a standardized geometric positioning process. First, the vehicle is aligned at its design ride height and the front and rear bonnet reference lines are established. The wrap-around distance (WAD) is then measured from the ground along the vehicle front surface to the hood, where WAD 1000–1700 mm defines the child zone and WAD 1700–2100 mm defines the adult zone. Within these WAD intervals, the hood surface is divided into a grid of potential impact points. Each point is oriented according to the local hood surface normal and checked using a 165-mm positioning sphere to ensure valid contact geometry. The headform center is then placed along this normal direction and aligned with the Euro NCAP impact angle, enabling consistent identification of all child and adult head-impact locations across different vehicle models.

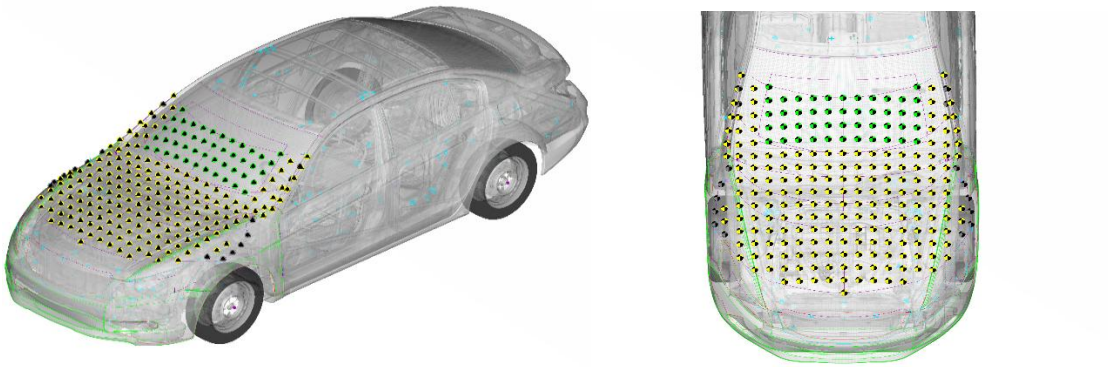


Figure 5. Vehicle head impact positioning

2.4. Head impact analysis methods

Due to its structurally complex geometry and the presence of multiple reinforcements, the latch region of a hood typically exhibits significantly higher local stiffness compared to surrounding areas, making it a critical zone for pedestrian head-impact assessment. For this reason, the present study focuses on a child headform impact executed directly above the latch area C.0.0 point within the Euro NCAP child impact zone. The simulation was performed in LS-DYNA using the explicit solver, where the EEVC-compliant child headform modelled with a mass of 3.5 kg and a diameter of 165 mm was launched toward the hood at an impact velocity corresponding to 40 km/h, converted into meters per second for numerical input. In alignment with Euro NCAP test conditions, the headform was oriented and projected onto the hood surface at an impact angle of 50 degrees. This setup enables realistic reproduction of the regulatory pedestrian impact scenario.

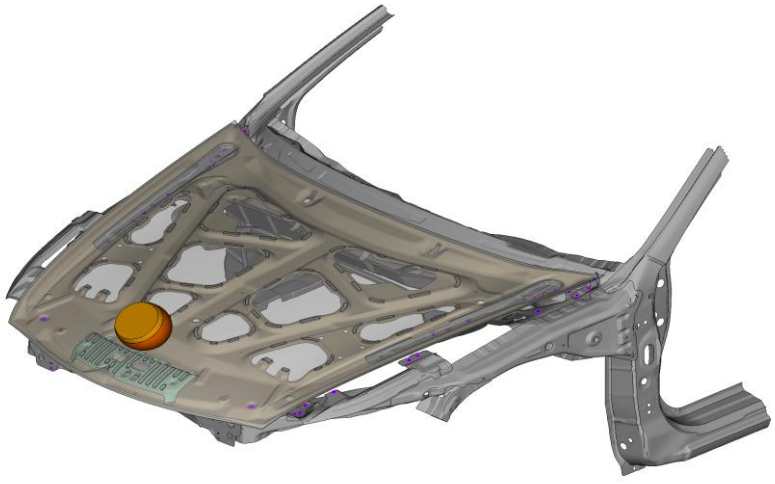


Figure 6. Hood child headform impact analysis

During the analysis, the resulting acceleration–time history was recorded at the center of gravity of the headform, and the HIC_{15} values were computed to quantify injury severity. This

procedure was used to evaluate the structural response of the latch region and to identify the influence of its stiffness characteristics on child head-impact performance.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Child headform impact results

The results of the child headform impact were evaluated by first examining the deformation pattern on the hood surface, presented through the LS-DYNA post-processing visualization. This deformation contour illustrates the load transfer paths and highlights the stiff regions influencing headform deceleration.

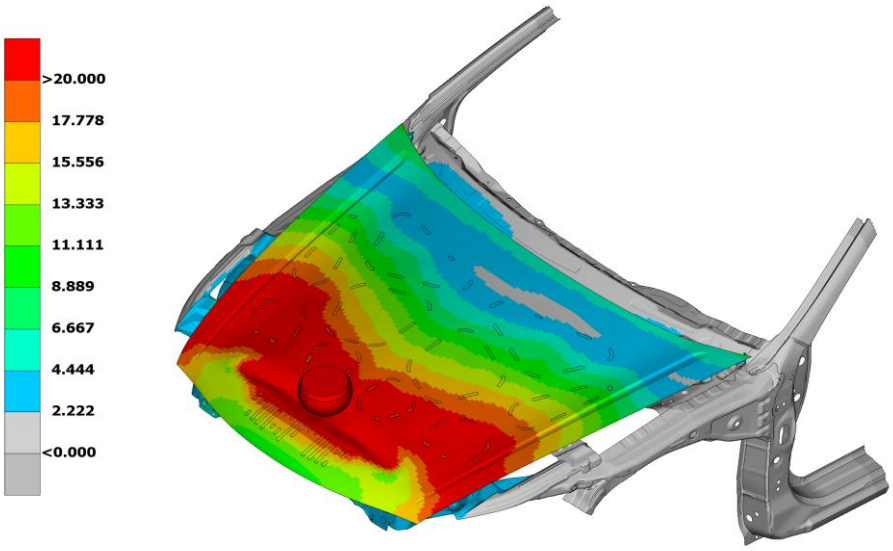


Figure 7. Head impact vehicle deformation contour

Following the deformation analysis, the acceleration response of the headform was extracted from the accelerometer located at the headform's centre of gravity, as prescribed by the EEVC and Euro NCAP procedures. The resulting acceleration–time curve provides the basis for calculating the Head Injury Criterion (HIC_{15}). The HIC_{15} value is computed by integrating the headform's resultant acceleration over the most critical 15 ms time window, following the standard expression (Skill-Lync. n.d.):

$$HIC = \max\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} a(t)dt\right]^{2.5}(t_2 - t_1)$$

This calculation quantifies the severity of the impact by combining peak acceleration and duration of the loading pulse. The processed acceleration curve and the computed HIC_{15} value are presented to demonstrate the injury potential of the selected hood location. The measured

peak resultant acceleration at the instant of impact was 150.7g, while the corresponding HIC_{15} value was determined as 1317.8. According to the Euro NCAP assessment, the computed HIC_{15} value of 1317.8 places the impact point in the Orange (Marginal) rating band, exceeding the green performance target of HIC15 < 1000.

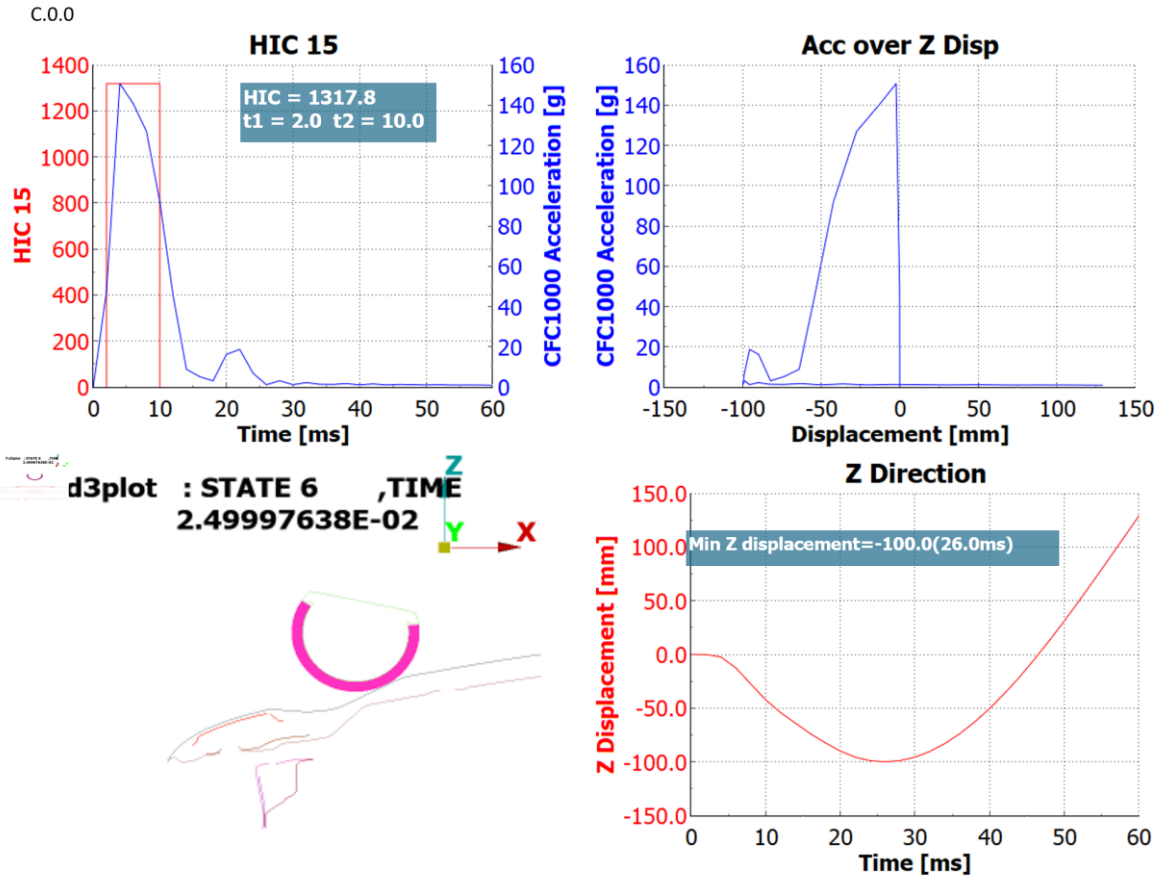


Figure 8. Head impact headform HIC result

CONCLUSIONS

The deformation results and acceleration pulse shape suggest that the presence of thick reinforcement brackets, limited compliance space, and the overall rigidity of the latch structure significantly contribute to the elevated deceleration experienced by the headform

To improve pedestrian head-impact performance, several structural modifications can be considered. Reducing the thickness of the latch reinforcement or utilizing a softer material grade would lower local stiffness and allow greater deformation during impact. Introducing more compliant geometries—such as local emboss reduction, slotting, or strategically relieving stiff load paths—can further decrease peak acceleration levels. Increasing the separation between the hood inner panel and under-hood hard points, or locally redesigning the latch mounting

strategy, can also provide additional crush space, which is critical for lowering HIC values. If packaging constraints allow, adopting an energy-absorbing filler or adjusting the hinge kinematics to promote controlled hood rotation during impact may offer further improvements. Overall, the findings highlight that targeted softening of the latch-region structure is required to achieve Euro NCAP Green performance, and the recommended design adjustments can serve as a practical guide for future hood development efforts aimed at improving pedestrian safety.

REFERENCES

1. Carsh. (2025). Pedestrian protection impact areas (pp. 103–104). In Safety Companion: Knowledge for tomorrow's automotive engineering (Version 1.4). Carhs GmbH
2. European Enhanced Vehicle-safety Committee (EEVC), Working Group 17. (1998). Improved test methods to evaluate pedestrian protection afforded by passenger cars (with September 2002 updates)
3. Euro NCAP. (2023, December 5). Vulnerable Road User (VRU) testing protocol: Version 9.1.
4. Lawrence, G. J. L. (2005), The next steps for pedestrian protection test methods (Paper No. 05-0379).
5. National Highway Traffic Safety Administration. (n.d.). Crash simulation vehicle models.
6. Untaroiu, C., Shin, J., Crandall, J., & Crino, S. (2006). Development and validation of a headform impactor finite element model with application to vehicle hood design for pedestrian protection. In Proceedings of the 9th International LS-DYNA Users Conference (Crash/Safety Session). University of Virginia.
7. Can, Y., Yazıcı, M., & Güçlü, H. (2018). Polymer foam core aluminum sandwich lightweight car hood for pedestrian protection. R&D Center, Oyak-Renault; Uludağ University, Automotive Engineering Department.
8. Skill-Lync. (n.d.). Week-7 Head Impact. Retrieved from https://skill-lync.com/student-projects/week-7-head-impact-19

TPO MALZEMELERDE SOĞUK PLAZMA ve FLORİZASYON İLE YÜZEY MODİFİKASYONUNUN TEMAS AÇISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Serkan SONCU
FCB Ar-Ge Mühendislik Hizmetleri Tic. ve San. Ltd. Şti. 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0002-7464-3768
İsaf ERGÜN BULUT
Demo Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, 16140 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0009-0003-5569-3211
Kadir ÇAVDAR
Bursa Uludag University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 16310 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0001-9126-0315
ÇAĞIN YILDIZ
Demo Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, 16140 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0009-0009-9071-7139

ÖZET

TPO (Termoplastik Olefin) malzemeler, sahip olduğu özelliklerden dolayı otomotiv sektöründe hava yastığı kapağı üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Otomobillerde yer alan direksiyon üzerindeki hava yastığı kapakları estetik bir görünüm kazandırılması için boyanmaktadır. Ancak düşük yüzey enerjisine sahip olması nedeniyle boya işlemi öncesi florizasyon, atmosferik basınçlı plazma ve flamaj gibi yöntemler kullanılarak yüzey modifikasyonu yapılmaktadır. Bu çalışmada atmosferik basınçlı soğuk plazma ve florizasyon işlemleri uygulanan TPO (Termoplastik Olefin) malzemelerin temas açıları incelenerek, bu yöntemlerin ıslanabilirliğe olan etkisi belirlenmiş, ıslanabilirlik ve boya performansı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Atmosferik plazma işleminin etkisinin belirlenebilmesi için atmosferik plazma prosesinde üç farklı hava basıncı (1 bar, 1,5 bar ve 2 bar), üç farklı işlem hızı (25 mm/s, 80 mm/s ve 150 mm/s) ve üç farklı işlem mesafesi (3 mm, 6 mm ve 10 mm) kullanılmıştır. İşlemlerden önce yüzey izopropil alkol kullanılarak yüzey kirliğinin olumsuz etkisini gidermek için temizlenmiştir. Taguchi yöntemi kullanılarak oluşturulan deney matrisi doğrultusunda yapılan deneyler sonucunda atmosferik plazma ile yüzey enerjisi arttırma yönteminin florizasyon yerine kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik basınçlı plazma, temas açısı, yüzey modifikasyonu, florizasyon

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SURFACE MODIFICATION BY COLD PLASMA AND FLUORINATION ON CONTACT ANGLE IN TPO MATERIALS

ABSTRACT

TPO (Thermoplastic Olefin) materials are frequently used in the automotive industry for airbag cover production due to their properties. Airbag covers on steering wheels in automobiles are painted to enhance their aesthetic appeal. However, due to their low surface energy, surface modifications are performed before the painting process using methods such as fluorination, atmospheric-pressure plasma, and flaming. This study examined the contact angles of TPO (Thermoplastic Olefin) materials treated with atmospheric-pressure cold plasma and fluorination to determine the effects of these methods on wettability and to investigate the relationship between wettability and paint performance. To determine the effectiveness of the atmospheric plasma treatment, three different air pressures (1 bar, 1.5 bar, and 2 bar), three different processing speeds (25 mm/s, 80 mm/s, and 150 mm/s), and three different processing distances (3 mm, 6 mm, and 10 mm) were used in the atmospheric plasma process. Before the process, the surface was cleaned with isopropyl alcohol to eliminate any adverse effects of surface contamination. As a result of the experiments carried out in accordance with the experimental matrix created using the Taguchi method, it was determined that the method of increasing the surface energy with atmospheric plasma can be used instead of fluorination.

Keywords: Atmospheric pressure plasma, contact angle, surface modification, florination

YEŞİL BİNALARDA KULLANILAN UYGULAMALAR, ENERJİ ANALİZLERİ VE BIM-BEM ENTEGRASYONU

Rabianur YAŞAR
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, 65090 Tuşba, Van
ORCID: 0009-0000-5333-8329
Altuğ KARABEY
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 65090 Tuşba, Van
ORCID: 0000-0001-5799-4585

ÖZET

Günümüzde enerji talebinin artışı ve çevresel sorunlar, inşaat sektöründe sürdürülebilir ve enerji verimli çözümlere olan ilgiyi ve ihtiyacı her geçen gün daha da artırmaktadır. Bu süreçte yeşil binalar; çevre dostu tasarım ve uygulamalarıyla ön plana çıkarak, enerji tasarrufu, su yönetimi, çevresel etkilerin azaltılması ve kullanıcı konforunun artırılması gibi pek çok çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada, yeşil bina projelerinde uygulanan sürdürülebilir stratejiler ve enerji analiz yöntemleri, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) ve Bina Enerji Modellemesi (BEM) teknolojilerinin birlikte kullanımı çerçevesinde incelenmektedir. Doğal havalandırma, gün ışığı yönetimi, yüksek yalıtım performansı, güneş panelleri ve jeotermal sistemler gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gri su dönüşümü ve akıllı bina otomasyonları, yeşil binalarda yaygın olarak kullanılan stratejiler olup, enerji tüketimini azaltırken çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Bu sistemlerin performansını değerlendirmek amacıyla kullanılan Bina Enerji Modellemesi yöntemleri, yapıların ortaya çıkan ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma yüklerini analiz ederek çeşitli enerji tüketim senaryoları oluşturmaktadır. Yapı Bilgi Modelleme teknolojisi ise yapıların dijital ortamda üç boyutlu modellenmesine, farklı disiplinler arasında bilgi koordinasyonunun sağlanmasına ve yapıların tüm yaşam döngüsünün yönetilmesine olanak tanımaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi verilerinin EnergyPlus gibi Bina Enerji Modellemesi yazılımlarıyla uygun formatlar üzerinden entegre edilmesi, enerji analizlerinin daha hızlı, doğru ve kapsamlı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Bu bütünleşmiş yaklaşım, enerji verimliliği odaklı tasarım kararlarının erken aşamalarda alınmasına destek olurken, aynı zamanda LEED, BREEAM ve YeS-TR gibi yeşil bina sertifikasyon süreçlerinde de önemli avantajlar sunmaktadır. Sonuç olarak, BIM ve BEM teknolojilerinin bir arada kullanımı; yeşil binaların enerji performansını artıran, çevresel etkileri azaltan ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı kolaylaştıran yenilikçi ve vazgeçilmez bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil bina, sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, yapı bilgi modellemesi (BIM), bina enerji modellemesi (BEM)

APPLICATIONS USED IN GREEN BUILDINGS, ENERGY ANALYSIS AND BIM-BEM INTEGRATION

ABSTRACT

The increasing demand for energy and growing environmental concerns are steadily enhancing the interest in and need for sustainable and energy-efficient solutions in the construction sector. In this context, green buildings stand out with their environmentally friendly design and implementation, offering numerous solutions such as energy savings, water management, reduction of environmental impacts, and improved user comfort. This study examines the sustainable strategies and energy analysis methods applied in green building projects within the framework of the combined use of Building Information Modeling (BIM) and Building Energy Modeling (BEM) technologies. The use of renewable energy sources such as natural ventilation, daylight management, high insulation performance, solar panels, and geothermal systems, as well as greywater recycling and smart building automation, are common strategies in green buildings that help reduce energy consumption and contribute to environmental sustainability. Building Energy Modeling methods, which are used to evaluate the performance of these systems, analyze the heating, cooling, lighting, and ventilation loads of buildings and create various energy consumption scenarios. Building Information Modeling technology enables the three-dimensional modeling of buildings in a digital environment, facilitates information coordination among different disciplines, and allows for the management of the entire lifecycle of buildings. Integrating BIM data into Building Energy Modeling software such as EnergyPlus through compatible formats enables energy analyses to be carried out more quickly, accurately, and comprehensively. This integrated approach supports the making of energy efficiency-oriented design decisions at early stages and also offers significant advantages in green building certification processes such as LEED, BREEAM, and YeS-TR. In conclusion, the combined use of BIM and BEM technologies emerges as an innovative and essential tool that enhances the energy performance of green buildings, reduces environmental impacts, and facilitates the achievement of sustainability goals.

Keywords: Green building, sustainability, energy efficiency, building information modeling, (BIM), building energy modeling (BEM)

1. GİRİŞ

Yeşil binalar, çağımızın sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği odaklı bir mimarı trendi olarak öne çıkmaktadır. Bu binalar, kaynakların etkin ve düzenli kullanımını, atıkların azaltılmasını veya tamamen ortadan kaldırılmasını, sağlıklı yaşam koşulları sunmayı, enerji tüketimini

azaltmayı, çevresel etkileri en aza indirgemeyi ve insanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır (Bayat vd. 2024). Yeşil bina uygulamaları, sadece enerji tasarrufu sağlamakla kalmayıp aynı zamanda yaşam alanlarını daha sağlıklı ve çevreci hale getirme potansiyeli taşımaktadır. Dünya nüfusu hızla artarken, enerji kaynaklarının sınırları giderek daha fazla zorlanmakta ve çevresel etkileri artmaktadır. Bu nedenle, yeşil binalar ve enerji analizleri, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir rol oynamaktadır. Yeşil bina kavramı, çevresel etkileri azaltmak, enerji verimliliğini artırmak ve insan sağlığını desteklemek amacıyla tasarlanmış binaları tanımlar. Bu tür binalar, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak tanırken, karbon ayak izini azaltmada önemli bir rol oynar. Yeşil binalar, çevresel sürdürülebilirlikle ekonomik fayda arasında denge kurmayı hedefler ve bu dengeyi sağlamak için farklı uygulamalar ve enerji analizleri kullanılır.

Özaydın ve Baz (2020), çalışmalarında yeşil bina kavramının ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamalarında değerlendirilme olanağı ve sınırlılıklarını araştırmıştır. Çalışmalarının sonucunda; yeşil bina yaklaşımının, kentsel dönüşüm sürecinde ortaya çıkan sorunlara çözüm sunma potansiyeline sahip olduğunu, Türkiye'deki yeşil binaların kentsel dönüşüm kapsamında değerlendirilebilecek niteliklere sahip olduklarını, bu binaların fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel hedefler doğrultusunda kentsel dönüşüm uygulamalarının amaçlarını destekleyici ve tamamlayıcı niteliklerde olduğunu bu sebeple, kentsel dönüşüm planlarında yeşil bina uygulamalarına da yer verilebileceğini, tespit etmişlerdir.

Balo (2023), çalışmasında mevcut binanın yapı bileşenlerinin farklı olması durumunda enerji performansı analizi ile maliyet ve çevresel tasarrufları incelemiş, bununla beraber binanın enerji talebini ve CO_2 emisyonlarını azaltmak için tercih edilen malzeme seçimleri ve güneş enerjisi destekli fotovoltaik sistemler yardımıyla elde edilebilecek kazanımları belirlemiştir. BIM tabanlı bina performansı analizleri, gerçekçi ve tutarlı sonuçlar sunduğundan, bina performans değerlendirmelerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği, binanın enerji performansına ilişkin verilerin incelenmesiyle, enerji tüketimini azaltmaya yönelik stratejilerin tasarım sürecinin erken aşamalarında belirlenebileceğini, ayrıca, bu sürdürülebilir tasarım yaklaşımı sayesinde farklı tasarım alternatifleri oluşturularak sürdürülebilirliğin çeşitli boyutlarda analiz edilebileceğini öne sürmüştür.

Karasu (2023), ise çalışmasında sürdürülebilir yeşil bina sertifika sistemleri üzerinden yapılacak iyileştirmelerin enerji performansı üzerindeki etkilerini örneklem alanı olarak seçilen Babaeski Bahçekent blokları üzerinden açıklanmıştır. Çalışmada, yapılacak değerlendirmeler ve iyileştirmeler ile pek çok bina sertifika sistemlerine göre değerlendirilebileceği ve her bir

bina için farklı ölçütler ortaya çıkabileceği bu anlamda da ülke genelinde daha enerji verimli yapılı çevreye ulaşabileceğini açıklamıştır.

Yeşil binaların en kritik odak noktası enerji ve atmosferdir (Bayat vd. 2024). Bu binalar geleneksel binalara göre %30'a kadar daha az enerji tüketebilir (Erten 2011, Kılıç vd. 2021).

Bu çalışmada, yeşil bina uygulamalarının ve enerji analizlerinin önemini ve etkisini vurgulamayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, bu alandaki son gelişmeleri ve gelecekteki potansiyeli de ele alacaktır. Çalışmanın yeşil binaların daha fazla yaygınlaşması ve enerji analizlerinin daha sağlıklı olması, sürdürülebilir bir geleceğin oluşturulması noktasında literatüre kaynak sağlaması amaçlanmaktadır.

Yeşil binalarda yapılan enerji analizleri, binaların enerji verimliliğini artırmak ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine uygun olarak tasarlanmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilen analizlerdir. Bu analizler, binaların enerji tüketimini minimize etmek, karbon ayak izini azaltmak ve kaynakları daha verimli bir şekilde kullanmak için tasarım ve işletme süreçlerinde rehberlik etmeyi amaçlar. Yeşil binalarda yapılan enerji analizleri 5 ana başlık altında incelenebilir:

1.1.Enerji Performansı Değerlendirmesi (Energy Performance Assessment)

Binaların enerji tüketimini belirlemek için geçmiş performans verileri ve simülasyon araçları kullanılarak gerçekleştirilen analizlerdir. İşletme maliyetlerini düşürmek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla yapılan önerileri içerir. Bir yapının tüm yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması, enerji tüketimini en aza indirmesi, çevresel etkileri azaltması ve işletme maliyetlerini düşürmesi açısından hayati bir süreçtir. EPE, özellikle HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemlerinin tasarımını optimize etmek ve binanın konfor standartlarını korurken enerji verimliliğini maksimize etmek için kritik öneme sahiptir (Üçok 2024).

1.2. Simülasyon ve Modelleme

Binaların enerji performansını değerlendirmek için bilgisayar destekli simülasyon ve modelleme araçları kullanılabilir. İklim koşulları, bina geometrisi, yalıtım malzemeleri, pencere özellikleri gibi faktörler ışığında analiz yapılır. Simülasyon ve modelleme yeşil bina tasarımının, enerji verimliliğinin maksimize edilmesi ve çevresel etkinin optimize edilmesi açısından en kritik unsurlarını oluşturmaktadır. BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) ve BEM (Bina Enerji Modellemesi) gibi modern araçlar kullanılarak, bir yapının tüm yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması amaçlanır (Demirtaş 2019).

1.3. Yeşil Bina Sertifikasyonlar

Yeşil bina sertifikasyonları, yapı sektöründe çevresel sürdürülebilirliği, enerji verimliliğini ve kaynakların etkin kullanımını teşvik etmek amacıyla oluşturulmuş uluslararası ve ulusal değerlendirme sistemleridir (Bayat vd. 2024). Sertifikasyon süreçlerinde bina enerji analiz sonuçları önemli bir rol oynamaktadır. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) gibi uluslararası sertifikasyon programlarına ve yerel sertifikasyon programlarına uygunluğun değerlendirilmesi için çeşitli analizler yapılmaktadır.

1.4. Enerji Verimliliği İyileştirmeleri

Enerji verimliliği iyileştirmeleri (EVE), binaların çevresel etkilerini en aza indirmek, enerji tüketimini optimize etmek ve uzun vadeli işletme maliyetlerini düşürmek amacıyla yeşil bina tasarımının temelini oluşturmaktadır. Bu iyileştirmeler, pasif tasarım stratejilerinden başlar, yüksek verimli mekanik sistemlerin seçimiyle devam eder ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuyla tamamlanır. Yeşil bina hedeflerine ulaşmak için iyileştirme süreci genellikle bütüncül bir yaklaşımla, tasarımın erken aşamasından (pasif stratejiler) başlayarak, en yüksek potansiyel tasarrufu elde etmeyi hedefler (Acar 2023).

1.5. İzleme ve Geri Bildirim

İyileştirme sürekli bir süreç olduğundan enerji verimli hale gelen binaların enerji tüketiminin devamlı olarak izlenmesi ve performansın düzenli olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. İşletme sırasında performans düşüşlerinin yaşanması gibi durumlarda kullanılmak adına geri bildirim mekanizmalarının kurulmalıdır. Yeşil bina tasarımı ve işletmesi, sadece enerji tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etkiyi azaltarak sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunur.

2. YEŞİL BİNALARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLKELERİ

Sürdürülebilirlik kavramı, yapı sektöründe yalnızca enerji tasarrufunu değil; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla birlikte bütüncül bir denge kurmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda yeşil binalar, yaşam döngüsünün her aşamasında kaynak tüketimini minimize eden, çevreye verilen zararı azaltan ve kullanıcıların yaşam kalitesini artıran yapılardır. Tasarım, inşaat, kullanım ve yıkım aşamalarında çevresel etkilerin en aza indirilmesi; sürdürülebilirliğin temel kriterlerinden biridir. Yeşil bina tasarımında uygulanan stratejiler genel olarak pasif ve aktif sistemler olarak iki başlıkta incelenir.

Pasif sistemler, enerji tüketimini azaltmak amacıyla doğrudan doğal kaynaklardan yararlanmayı hedefler. Bu kapsamda doğal havalandırma, gün ışığı yönetimi, ısı yalıtımı, güneş kontrol elemanları ve bina yönlenmesi gibi yöntemler ön plana çıkar. Örneğin, yapı kabuğunda

kullanılan yüksek ısı yalıtım değerine sahip malzemeler, ısıtma ve soğutma yüklerini önemli ölçüde düşürürken; cephe tasarımında gölgelendirme elemanlarının doğru konumlandırılması, soğutma ihtiyacını azaltarak enerji performansını yükseltmektedir. Ayrıca, optimum gün ışığı kullanımıyla hem aydınlatma enerjisinden tasarruf sağlanmakta hem de iç mekân konforu artırılmaktadır. Aktif sistemler ise, enerji verimliliğini artırmak için mekanik ve teknolojik çözümlerden yararlanır. Fotovoltaik (PV) paneller, güneş kolektörleri, jeotermal ısı pompaları ve akıllı bina otomasyon sistemleri bu gruba dâhildir. Bu sistemler, binanın enerji ihtiyacını yenilenebilir kaynaklarla karşılayarak karbon ayak izini azaltmakta ve işletme maliyetlerini düşürmektedir. Özellikle akıllı kontrol sistemleri, sensörler ve otomatik yönetim algoritmalarıyla aydınlatma, iklimlendirme ve su kullanımı gibi fonksiyonları optimize eder. Böylece kullanıcı davranışlarına göre dinamik enerji yönetimi sağlanır.

Su yönetimi de yeşil bina sürdürülebilirliğinin önemli bir bileşenidir. Gri su dönüşüm sistemleri, yağmur suyu toplama ve filtrasyon uygulamaları, su tüketimini azaltmakta ve kentsel altyapı üzerindeki yükü hafifletmektedir. Bununla birlikte, düşük debili armatürlerin kullanımı ve yerinde arıtma sistemleriyle bina ölçeğinde su döngüsünün kapatılması mümkündür. Uluslararası düzeyde, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ve Türkiye'de geliştirilen YeS-TR (Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi) gibi değerlendirme sistemleri, bu stratejilerin uygulanmasını teşvik eden standartlar sunmaktadır. Bu sertifikasyon sistemleri, enerji verimliliği, su yönetimi, malzeme seçimi, iç mekân kalitesi ve atık yönetimi gibi ölçütler üzerinden puanlama yaparak, binaların çevresel performansını sınıflandırmaktadır. Yeşil bina tasarımında sürdürülebilirlik ilkeleri yalnızca çevresel fayda sağlamaz; aynı zamanda uzun vadede ekonomik avantajlar da getirir. Enerji ve su tüketiminde sağlanan azalma, işletme maliyetlerini düşürürken, bina ömrünün uzamasıyla bakım-onarım maliyetleri de azalır. Ayrıca, kullanıcı konforunun artmasıyla verimlilik ve yaşam kalitesi iyileşir. Bu nedenle sürdürülebilirlik, artık bir tasarım tercihi değil; yapım sektöründe kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir.

3. BİNA BİLGİ MODELLEMESİ (BIM)

Binaların dış duvar tasarım kararları ile enerji performansı arasındaki ilişkiyi anlamak için çeşitli yeteneklere sahip enerji simülasyon yazılım paketleri bulunmaktadır. Bu yazılımlar, bina tasarım kararları sürecine başarılı bir şekilde entegre edilerek, tasarım seçeneklerinin ve karmaşık ikilemlerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. Bu değerlendirme, istenilen enerji performansıyla uyumlu optimum tasarım seçeneğini belirleme sürecini kolaylaştırır. BIM (Building Information Modeling), günümüzde mimarlık, mühendislik ve

inşaat sektöründe öne çıkan bir trenddir. BIM, ileri teknoloji ve sistematik bir süreç olarak kabul edilir ve bina tasarımlarını, inşaatlarını ve yönetimini daha yenilikçi bir şekilde dönüştürmeyi amaçlar. Bu süreç, standartlaştırılmış bir yöntemle bina analizi için kullanılabilir. Gelişmiş ülkelerde BIM, inşaat sektöründeki talep artışı nedeniyle bina projelerinde zorunlu hale gelmiştir. BIM, bir binanın temel, fiziksel ve içsel yönlerini tasarım aşamasında değerlendirebilme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, gelecekte konumlandırılacak bina hakkında erken aşamalarda grafiksel bir tasvir elde etmek mümkündür.

Ancak, şu anda dünya genelinde BIM'in faydaları çoğunlukla tasarım aşamasında kullanılmaktadır. İnşaat ve tesis yönetimi gibi diğer alanlarda daha az yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun temel nedenlerinden biri, BIM hizmetlerinin yüksek maliyeti ve bu nedenle sınırlı yaygınlığıdır. BIM ile ilgili teknolojiler, veri entegrasyonunu geliştirerek ve yapıya entegre edilen verileri değerli araçlar olarak kullanarak bina tasarımını iyileştirmek için önemli bir rol oynamaktadır. BIM, bir dizi CAD çiziminden oluşan zengin bir bilgi havuzudur. BIM modeli, çok disiplinli bilgileri depolayarak dijital ve grafiksel olarak oluşturabilir. BIM, BEM (Building Energy Modeling) için gerekli bilgileri paylaşarak ve dışa aktararak, bina enerji modellemesi sürecini hızlandırabilir. Bu, enerji simülasyonu ve analizi için daha fazla olanak sağlar. BEM, enerji harcamalarını hesaplayan bir simülasyon modelidir ve HVAC sistemleri, aydınlatma, ısıtma, soğutma ve yalıtım gibi parametreleri içerir. Enerji simülasyonunda BIM'in avantajları arasında maliyetin düşürülmesi, enerji modeli oluşturma süresinin kısaltılması, malzeme ve teçhizat özelliklerinin belirlenmesi ve insan hatasının azaltılması bulunmaktadır. Buna ek olarak, BIM ve BEM'nin farklı odakları olmasına rağmen, aynı tipte veri saklama özelliklerine sahip olmaları, etkin tasarımların elde edilmesi açısından birlikte çalışmalarını oldukça faydalı kılmaktadır.

BIM, sadece çizgiler, 2 boyutlu (2B) şekiller veya 3 boyutlu (3B) hacimler koleksiyonu değildir; aynı zamanda nesnelerin duvarlar, kirişler ve sistemler olarak tanımlandığı daha geniş bir alanı kapsar (Demirtaş 2019).

3.1. Nesne Tabanlı Tasarım

BIM, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri ve proje yaşam döngüsü bilgilerini içeren "akıllı nesneler" temelinde çalışır. Bu nesneler, ilgili parametrik verileri ve geometrik ölçüleri içerir (Demirtaş 2019).

3.2. BIM Boyutları

BIM, 3 boyutlu modellemeye ek olarak, projeye ilişkin bilgileri zenginleştiren çeşitli boyutları içerir:

4B (Zaman): 3B modellerin proje programındaki faaliyetlerle ilişkilendirilerek inşaat sürecinin görselleştirilmesi (simülasyonu) ve planlanması (Demirtaş 2019).

5B (Maliyet): Modelin miktar çıkarımı ve maliyet tahmini için kullanılmasına olanak tanır (Demirtaş 2019).

6B (Sürdürülebilirlik ve Enerji Verimliliği): Enerji verimliliği ve sürdürülebilirliğe ilişkin model bilgilerini içerir ve binanın enerji tüketim ihtiyaçlarını tahmin eder (Çoruh 2024).

7B (Tesis Yönetimi): Binanın işletilmesi ve bakımı (teknik bakım grafikleri, garanti bilgileri vb.) için kullanılır (Çoruh 2024).

Geleneksel yöntemler, bir binayı bağımsız 2B görünümlerle (planlar, kesitler) tanımlarken, BIM 3B parametrik bir model kullanır. BIM'in getirdiği en önemli avantaj, 2B çizimlerde bir mahalin aynı anda geçen tesisat sistemlerinin birbiriyle çakışma riskinin göz ardı edilmesine karşın, 3B model sayesinde çakışma tespiti yapılabilmesidir. Bununla beraber BIM, yapım süreçlerinde birçok aşamada maliyet ve zaman tasarrufu sağlamasının yanı sıra proje kalitesini de artırır.

Verimlilik ve Maliyet Tasarrufu: İnşaat öncesinde hataların ve eksikliklerin keşfi sayesinde tahmini maliyet ve zaman tasarrufu sağlanır. Saha düzeltmelerinden daha az masraflı ve daha az zaman alan bir yöntemdir.

İnşa Edilebilirlik Kontrolü: Tesisatların mantıksal ve geometrik kurallarla projelendirilmesi, sistemin yapılabilirliğini çizim aşamasında denetler.

Görselleştirme ve Kalite Güvencesi: 3D model, tüm katılımcıların tasarımın her aşamasında bilgi sahibi olmasını sağlar. Tasarım aşamasında sorunların keşfedilip çözülmesine izin verdiği için BIM, projenin kontrolü ve kalite güvencesi için güçlü bir araçtır.

Hatasız Metraj: 3 boyutlu model sayesinde sistemlere ait tüm parçaların metrajı hatasız bir şekilde oluşturulabilir.

Hesaplama Doğruluğu: Geleneksel 2B çizimlerde eksik kalan fittings tipleri ve sayıları (kot değişimlerinden kaynaklananlar) 3D modelde doğru hesaplamalara (örneğin basınç kaybı hesabı) dahil edilerek daha doğru seçimler yapılabilir.

3.3. BIM ve Yeşil Binalar (Yeşil BIM)

Yeşil BIM, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için BIM araçlarının kullanımını ifade eder. BIM'in bilgi zenginliği, tasarım tercihlerinin bina performansını nasıl etkilediğine dair bilgi sağlar.

Bina Enerji Modellemesi (BEM): BIM'in altıncı boyutu (6B), enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik analizine odaklanır. BIM, Bina Enerji Modellemesi (BEM) araçlarıyla entegre edilerek enerji tüketimi ve çevresel koşullar simüle edilebilir.

Sertifikasyon Süreçlerine Katkı: BIM, LEED ve BREEAM gibi Yeşil Bina Değerlendirme (YBD) programlarını destekleyebilir. Proje ekipleri, BIM'i kullanarak, enerji, su verimliliği ve iç mekân kalitesi gibi sürdürülebilirlik kredilerini değerlendirmek ve belgelemek için BIM verilerini kullanabilir.

3.4. BIM Yazılımları, Zorluklar ve Yasal Çerçeve

Yazılımlar: BIM modeli oluşturmak için Autodesk Revit (MEP dahil), Autodesk Navisworks Manage (çakışma tespiti için), ArchiCAD, Tekla Structures, Allplan ve Vectorworks gibi yazılımlar kullanılır.

Zorluklar: BIM'in uygulanması, yazılım, eğitim ve altyapıya yapılan yüksek başlangıç maliyeti ve BIM ile BEM araçları arasındaki birlikte çalışabilirlik sorunları nedeniyle zorluklar yaratmaktadır. Ayrıca BIM'in sertifikasyon sürecine entegrasyonu için net endüstri standartları ve kodlarının olmaması da bir engeldir.

Yasal Düzenlemeler: Dünya çapında Birleşik Krallık, Singapur ve Norveç gibi ülkeler kamu projelerinde BIM kullanımını zorunlu kılmaktadır. Türkiye'de ise Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından BIM Teknik Şartnamesi yayınlanmıştır. Yeşil bina sertifikasyonunda BIM kullanımının etkinliği için yasal düzenlemelerin oluşturulması büyük önem taşımaktadır (Demirtaş 2019).

Türkiye'de BIM'in etkin kullanımı için tüm teknik uzmanlıkları içeren ekip çalışmaları yapılmalıdır. Sektörde BIM'in zorunlu kullanımına yönelik yasal düzenlemeler oluşturulması, sistemin tabana yayılması ve standartlaşması açısından faydalı olacaktır. Yenilikçi çözümlerin araştırılması ve farklı tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılabilir.

4. BİNA ENERJİ MODELLEMESİ (BEM)

Bina Enerji Modellemesi (BEM), binaların enerji performansını değerlendirmek ve optimize etmek için kullanılan kapsamlı bir simülasyon ve analiz sürecidir. BEM, enerji tüketimini azaltmak, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla bina tasarımının çeşitli yönlerini değerlendiren bir araçtır. BEM'in temel amacı, bir binanın enerji performansını ölçmek ve tasarım sürecinde enerji verimliliğini artırmak için kullanılan bir modelleme yöntemidir. Bu modelleme süreci, binanın termal performansını, ısıtma, soğutma, aydınlatma sistemlerini ve diğer enerji tüketen bileşenleri içerir. Ayrıca, iklim koşulları, güneş radyasyonu ve diğer çevresel faktörler de dikkate alınarak gerçekçi bir enerji tüketimi profili oluşturulur. BEM, akademik literatürde geniş bir konu yelpazesi üzerine odaklanmış birçok araştırma ve makale içermektedir. Bu çalışmalar, BEM'in teorik temellerini, uygulama alanlarını, gelişmiş yöntemlerini ve gelecekteki potansiyel gelişmeleri ele almaktadır.

BEM'in teorik temelleri, enerji simülasyonu için matematiksel modellerin geliştirilmesi ve bu modellerin bina özellikleriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu anlamayı içermektedir. Akademik çalışmalar, farklı matematiksel yaklaşımları ve bina özelliklerini içeren modellerin doğruluğunu değerlendirmek üzerine odaklanmaktadır. BEM'in gerçek dünya uygulamalarını değerlendiren çalışmalar, farklı tipteki binaların enerji performansını nasıl etkilediğini ve tasarım kararlarının enerji verimliliği üzerindeki etkilerini incelemektedir. Özellikle, farklı iklim bölgelerinde ve farklı kullanım amaçlarına sahip binalarda yapılan case study analizleri, BEM'in çeşitli bağlamlardaki etkinliğini ortaya koymaktadır. BEM'in daha hassas ve optimize edilmiş sonuçlar elde etmek için geliştirilen yeni simülasyon teknikleri ve optimizasyon yöntemleri konusundaki araştırmalar. Bu çalışmalar, BEM'in genişletilmiş uygulama alanlarına yönelik olarak, özellikle tasarım sürecinin farklı aşamalarında kullanılabilirliğini artırmaya odaklanmaktadır. BEM, enerji verimliliği ve sürdürülebilir tasarım açısından kritik bir öneme sahip olup, bu alanda yapılan akademik çalışmalar bu konudaki anlayışı sürekli olarak geliştirmekte ve iyileştirmektedir.

4.1.BEM Süreci ve Kapsamı

BEM süreci, bir yapının tüm enerji tüketimi verilerini (ısıtma, soğutma, aydınlatma vb.) ve çevresel etkileşimlerini analiz etmektedir.

Analiz Yöntemi: BEM, bina sistemlerinin enerji tüketimini nasıl etkilediğini analiz edebilen güçlü bir değerlendirme ve karar verme aracıdır. Bu analiz, enerji verimli bina tasarımlarına ulaşmak için termal, gün ışığı, enerji ve hesaplamalı akışkan dinamiği simülasyonlarını birleştirebilir.

Veri Kullanımı: BEM, binanın enerji talebini hesaplarken, yapı bileşenlerinin özelliklerini (yalıtım, cam tipi, vb.) ve iklim koşullarını dikkate alır. Güvenilir tahminler için saatlik bazda gerçekçi veriler kullanılır.

Simülasyon Detayları: Simülasyonlar genellikle yılın 8760 saatlik hava verilerini kullanarak saatlik analiz yapar. Bu analiz, yük hesaplama, sistem simülasyonu ve cihaz boyutlandırması gibi hesaplama motorları kullanır.

4.2. Kullanılan Yazılımlar

BEM enerji analizi yapmak için birçok ticari ve ücretsiz yazılım mevcuttur. Bunlardan bazıları örnek teşkil etmesi açısından aşağıda listelenmiştir.

EnergyPlus: Bu, Bina Enerji Modellemesi'nde (BEM) yaygın olarak kullanılan bir simülasyon programıdır ve Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından LEED sertifikasyonu için gerekli bina enerji modellemesine çıktı veren, tanınan programlar içinde en yaygın olanıdır.

Diğer Dinamik Araçlar: Literatürde adı geçen diğer BEM araçları arasında **TRNSYS**, **ESP-r**, **DOE-2**, ve **IDA ICE** yer alır.

HVAC Tasarım Araçları: Carrier HAP (Hourly Analysis Program) ve **GSHPCalc 5.0** (jeotermal ısı pompası sistemleri için) gibi özel yazılımlar kullanılır.

BIM Entegrasyon Araçları: Autodesk Revit (BPA) ve **Insight 360** gibi araçlar, BIM modelini kullanarak enerji analizine olanak tanır.

4.3. Zorluklar ve Entegrasyon

BIM'in BEM ile entegrasyonu, enerji verimli bina tasarımlarına ulaşmak için çok önemlidir, ancak bu süreçte bazı zorluklar mevcuttur.

Birlikte Çalışabilirlik Sorunları: BIM ile BEM araçları arasındaki veri aktarım güvenilirliği ve uyumluluk sorunları (birlikte çalışabilirlik), yaygın uygulamayı engellemiştir.

Veri Standartları: Yeşil BIM uygulamalarına yönelik net endüstri standartlarının ve kodlarının olmayışı, sertifikasyon süreçleri için zorluk teşkil etmektedir.

Hata Payı: Analiz sonuçları hata payı içerir, bu nedenle tasarımcılar verileri kullanırken buna dikkat etmelidir.

4.4. Enerji Performansının İyileştirilmesi

BEM'in sonuçları, yapısal iyileştirmelerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Verimlilik: BEM analizleri, pencere ve duvar yalıtımı gibi pasif parametrelerin optimize edilmesiyle enerji tüketiminde önemli azalmalar (bazı çalışmalarda %18 ile %31 arasında) ve CO_2 salınımında düşüşler sağlandığını göstermiştir (Özbek 2021).

Optimizasyon: Optimizasyon çalışmaları, bina kabuğu parametrelerinin (malzeme, yalıtım kalınlığı, cam tipi ve bina yönü) enerji talebini ve yaşam boyu maliyetini minimize edecek şekilde belirlenmesine olanak tanır.

5. YEŞİL BIM VE BEM ENTEGRASYONU

BIM'in sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kullanılması, literatürde Yeşil BIM olarak adlandırılmaktadır (Demirtaş 2019).

Analiz ve Simülasyon: Yeşil BIM, tasarım ve analiz süreçlerini entegre ederek **çevresel açıdan etkili teklifler** oluşturulmasını destekler. BIM, BEM araçlarıyla entegre edilerek (örneğin EnergyPlus gibi simülasyon programları kullanılarak) enerji tüketimi ve çevresel koşullar simüle edilebilir.

Karar Verme Aracı: BIM'in kullanımı, tasarımcıların binaların performansını **kavramsal tasarım aşamasında** değerlendirmelerine olanak tanır. BEM, bina sistemlerinin enerji tüketimini nasıl etkilediğini analiz edebilen güçlü bir değerlendirme ve karar verme aracıdır.

Erken Aşama Avantajı: Tasarım sürecinin erken aşamalarında BEM simülasyonu yapmak, maliyetler, enerji ve çevre açısından **en optimum seçeneklerin** gerçekleştirilmesi için kritik öneme sahiptir. BIM, enerji tasarrufu önlemlerinin tasarım sürecinin erken aşamalarında belirlenmesine olanak tanır.

Kapsamlı Değerlendirme: BIM entegrasyonu, sürdürülebilirlik analizi için termal, gün ışığı, enerji ve hesaplamalı akışkan dinamiği simülasyonlarını birleştirebilir. Bu, enerji performansını optimize etmek ve **karbon emisyonlarını** azaltmak için bilinçli seçimler yapmaya yardımcı olur. BIM, sürdürülebilirlik analizinin tasarım sürecine entegre edilmesini sağlayarak, enerji tüketimi, çevresel etki ve malzeme seçiminin daha iyi değerlendirilmesine olanak tanır.

Sertifikasyon Kolaylığı: BIM, Yeşil Bina Değerlendirme (YBD) programlarını YBD'nin tam entegrasyonuna ve otomasyonuna doğru ilerleyen ülkelerde desteklemektedir. Örneğin, EnergyPlus programı, **LEED sertifikasyonu** için gerekli bina enerji modellemesine çıktı veren, tanınmış bir araçtır.

Bina Bilgi Modellemesi (BIM), sürdürülebilir tasarım ve yeşil bina uygulamalarının etkin bir şekilde yönetilmesinde güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ancak, BIM'in yeşil bina sertifikasyon süreçlerine entegrasyonu, sunduğu potansiyel faydalara rağmen bazı teknik ve operasyonel zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunlar arasında, BIM ile BEM araçları arasındaki veri aktarım güvenilirliği ve uyumluluk sorunları nedeniyle birlikte çalışabilirlik problemleri ve yaygın uygulamanın önündeki engeller; yeşil BIM uygulamalarına yönelik net endüstri standartlarının ve kodlarının eksikliği nedeniyle sertifikasyon süreçlerinde yaşanan güçlükler; özellikle küçük firmalar için BIM yazılımı, eğitimi ve altyapısına yapılan yüksek başlangıç maliyetleri; ayrıca BIM'e aşırı güvenmenin, teknolojik çözümlere odaklanmayı artırarak sürdürülebilir tasarımın diğer kritik yönlerini gölgede bırakma riski yer almaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, yeşil binalarda kullanılan sürdürülebilir stratejiler, enerji analizleri ve BIM–BEM entegrasyonunun yapı sektöründeki önemini ortaya koymaktadır. Günümüz inşaat teknolojilerinde enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve kaynak yönetimi temel öncelikler haline gelmiştir. BIM ve BEM teknolojilerinin bütünleşik kullanımı, bu hedeflere ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. BIM uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla tasarım ve inşaat süreçlerinde çakışma tespiti, disiplinler arası koordinasyon ve bilgi yönetimi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu sayede projelerde hata oranı azalmakta, tasarım revizyonları hızlanmakta ve yapım maliyetleri önemli ölçüde düşmektedir. Aynı zamanda 3B modelleme, inşa edilebilirlik kontrolü ve görselleştirme olanakları sayesinde, proje paydaşları arasındaki iletişim güçlenmekte ve yapım süreci daha planlı hale gelmektedir. BEM ise,

binaların enerji performansını sayısal olarak analiz ederek, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma yüklerinin optimize edilmesini sağlamaktadır. BIM'den alınan geometrik ve malzeme verilerinin EnergyPlus gibi enerji modelleme yazılımlarına aktarılmasıyla, enerji tüketimi senaryoları daha hızlı, doğru ve kapsamlı biçimde değerlendirilebilmektedir. Bu süreç, tasarım kararlarının erken aşamalarda enerji performansı odaklı olarak alınmasını desteklemekte ve yeşil bina sertifikasyon sistemlerinde (LEED, BREEAM, YeS-TR vb.) avantaj sağlamaktadır Bütünleşik BIM–BEM yaklaşımı, enerji verimliliğini artırmakla kalmayıp; malzeme israfını azaltmakta, karbon salımını düşürmekte, işletme ve bakım süreçlerinde dijital yönetim olanakları sunmaktadır. Bu teknolojiler, sürdürülebilir bina tasarımını veri temelli, ölçülebilir ve yönetilebilir hale getirmektedir.

Sonuç olarak, BIM ve BEM teknolojilerinin eşzamanlı kullanımı; yeşil bina tasarımlarında enerji performansını optimize eden, maliyet etkinliği sağlayan, çevresel etkileri azaltan ve proje yaşam döngüsünü sürdürülebilir bir çerçeveye oturtan güçlü bir yaklaşımdır. Gelecekte bu teknolojilerin yapay zekâ, IoT (nesnelerin interneti) ve dijital ikiz uygulamalarıyla desteklenmesi, enerji yönetiminin gerçek zamanlı izlenmesine ve sürdürülebilir kentsel gelişimin hızlanmasına olanak tanıyacaktır**.**

KAYNAKLAR

Bayat, F., & Küçükali, U. F. (2024). Sürdürülebilirlik bağlamında yeşil binaların ulusal ve uluslararası örnekler üzerinden incelenmesi. ABMYO Dergisi, 64, 321–347.

Özaydın, E., & Baz, İ. (2021). Yeşil bina konseptinin kentsel dönüşüm uygulamalarında ele alınması. Journal of Technology and Applied Sciences, 3(2), 203–215.

Balo, A. (2023). Karasal iklim şartlarındaki bir binanın enerji analizi ve yeşil bina dönüşüm yöntemlerinin araştırılması, Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Karasu, E. (2023). Sürdürülebilir yeşil bina sertifika sistemleri kapsamında geliştirilecek iyileştirmelerin bina enerji performansına etkisi: Babaeski Bahçekent konutları örneği, Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.

Erten, D. (2011). Yeşil binalar. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Kılıç, M., & Erikli, M. (2021). Yeşil bina kullanımının önemi ve Türkiye'de yeşil bina kullanımı. Online Journal of Art and Design, 9(3), 260–269.

Üçok, H. (2024). Modelling performance and cost analysis of a heat pump, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye..

Demirtaş, F. (2019). BIM (yapı bilgi modelleme) sisteminin bir hastane binası tesisatında kullanımı, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.

Acar, U. (2023). Net sıfır enerjili binaların Türkiye iklim koşullarında uygulanabilirliğinin araştırılması, Doktora tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye, Türkiye.

Çoruh, O. (2024). Yeşil bina sertifikasyonunda yapı bilgi modellemesi kullanımının değerlendirilmesi, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Özbek, K. (2021). Yeşil bina derecelendirme sistemlerinin incelenmesi ve Bolu üniversite kampüsünde bulunan örnek bir binanın enerji verimliliği bakımından incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu, Türkiye.

PİRİNÇ ÇELTİĞİ TAKVİYELİ POLİVİNİL KLORÜR MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Salih DURGUT
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Umuttepe Campus
ORCID: 0009-0009-7736-0091
Doç. Dr. Eser YARAR
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Umuttepe Campus
ORCID: 0000-0003-1187-5382
Doç. Dr. Fevzi Cakmak BOLAT
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Umuttepe Campus
ORCID: 0000-0003-1532-7631
Doç. Dr. Emel KURAM
Gebze Techncal University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering
ORCID: 0000-0003-3864-7582
Doç. Dr. Alp Eren ŞAHİN
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Umuttepe Campus
ORCID: 0000-0001-7313-2467

ÖZET

Bu çalışmada, PVC matrisi içerisine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında pirinç çeltiği takviyesi eklenerek kompozit malzemeler üretilmiş ve bu malzemelerin mekanik ve ısıl özellikleri araştırılmıştır. Numuneler sıcak presleme yöntemiyle 150 °C ve 2200 psi koşullarında hazırlanmış, ardından üç nokta eğme testleri ve Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DTK) analizleri uygulanmıştır. Eğilme testi sonuçları, pirinç çeltiği miktarının artmasıyla hem eğilme dayanımı hem de eğilme modülünde belirgin azalmalar meydana geldiğini göstermiştir. DTK analizleri, pirinç çeltiği ilavesinin PVC zincir hareketliliğini kısıtlayarak cam geçiş sıcaklığında hafif artışa ve ısı kapasitesi sıçramasında azalmaya yol açtığını göstermektedir. Yüksek dolgu oranlarında geçiş bölgelerindeki düzensizlikler kompozit yapıda termal heterojenliğin arttığını ortaya koymuştur. Genel olarak, pirinç çeltiği takviyesi PVC'nin ısıl kararlılığını olumlu yönde etkilemekte, ancak yüksek takviye oranlarında mekanik özelliklerin zayıflamasına neden olmaktadır. Bu nedenle optimum takviye oranının %5 ile %10 arasında olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: PVC, Pirinç Çeltiği, Doğal Dolgu, Kompozit Malzemeler, Üç Nokta Eğme, DTK (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre)

RICE HUSK-REINFORCED POLYVINYL CHLORIDE MATRIXCOMPOSITES: PRODUCTION AND CHARACTERIZATION

ABSTRACT

In this study, composite materials were produced by adding rice paddy reinforcement at 5%, 10%, 15%, and 20% to a PVC matrix, and their mechanical and thermal properties were investigated. Specimens were prepared by hot pressing at 150°C and 2200 psi, followed by three-point bending tests and Differential Scanning Calorimeter (DSC) analyses. The flexural test results showed that increasing the rice paddy content resulted in significant decreases in both flexural strength and flexural modulus. DSC analyses indicated that the addition of rice paddy restricts PVC chain mobility, leading to a slight increase in the glass transition temperature and a decrease in the heat capacity jump. At high filler ratios, irregularities in the transition zones revealed increased thermal heterogeneity in the composite structure. In general, rice paddy reinforcement positively affects the thermal stability of PVC, but it weakens mechanical properties at high reinforcement ratios. Therefore, the optimum reinforcement ratio was concluded to be between 5% and 10%.

Keywords: PVC, Rice Husk, Natural Filler, Polymer Composite, Three-Point Bending, DSC (Dynamic Stability Control)

METALLERİN İŞLEME PARAMETRELERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ METODUYLA OPTİMİZASYONU

Şevket AK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0009-0009-6176-8973
Doç. Dr. Yılmaz KÜÇÜK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0000-0002-7559-8794
Prof. Dr. M. Sabri GÖK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0000-0002-8214-2250

ÖZET

Metallerin işleme parametrelerinin makine öğrenmesiyle optimizasyonu, günümüz imalat sanayisinin en önemli gelişmelerinden biridir. Geleneksel tornalama, frezeleme, taşlama gibi talaşlı yöntemlerde ve elektro erozyon, lazer kesme, su jeti, ultrasonik işleme gibi geleneksel olmayan yöntemlerde kesme hızı, ilerleme, derinlik, akım, pals süresi, lazer gücü, titreşim genliği gibi onlarca parametre bir arada kontrol edilmek zorundadır. Bu parametreler yüzey kalitesi, takım ömrü, malzeme kaldırma hızı ve enerji tüketimi üzerinde doğrusal olmayan ve karmaşık etkiler yaratır. Klasik yöntemlerle her parametre kombinasyonu için ayrı deney yapmak gerektiğinden, parametre sayısı arttıkça deney miktarı ve maliyeti kabul edilemez düzeylere çıkar. Makine öğrenmesi bu sorunu kökten çözer. Geçmiş deneylerden veya simülasyonlardan elde edilen verilerle eğitilen modeller (yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, rastgele orman, derin öğrenme) yeni koşullar için anında tahmin yapabilir ve en uygun parametreleri önerebilir. Özellikle titanyum alaşımları, nikel esaslı alaşımlar ve sertleştirilmiş takım çelikleri gibi zor işlenir malzemelerde makine öğrenmesi modelleri, operatör tecrübesini ve katalog değerlerini çok aşan sonuçlar vermektedir. Hibrit yaklaşımlar sayesinde aynı anda hem yüzey pürüzlülüğü en düşük, hem takım aşınması en az, hem de verimlilik en yüksek olacak parametre setleri bulunabilmektedir. Bu çalışmada ise temel amaç metallerin işleme parametrelerinin makine öğrenmesi metoduyla optimizasyonunu araştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Makine Öğrenmesi, İşleme Parametreleri, Optimizasyon.

OPTIMIZATION OF PROCESSING PARAMETERS OF METALS USING MACHINE LEARNING METHOD

ABSTRACT

Optimizing metal processing parameters using machine learning is one of the most significant advancements in today's manufacturing industry. In traditional machining methods like turning, milling, and grinding, as well as in non-traditional methods like electrical discharge (EDM), laser cutting, waterjet, and ultrasonic machining, dozens of parameters such as cutting speed, feed rate, depth, current, pulse duration, laser power, and vibration amplitude must be controlled simultaneously. These parameters create non-linear and complex effects on surface finish, tool life, material removal rate, and energy consumption. Because conventional methods require separate experiments for each parameter combination, the number of parameters increases, leading to unacceptable experimental volume and cost. Machine learning fundamentally addresses this problem. Models trained on data from past experiments or simulations (artificial neural networks, support vector machines, random forests, deep learning) can instantly predict new conditions and recommend the most suitable parameters. Machine learning models, particularly for difficult-to-machine materials such as titanium alloys, nickel-based alloys, and hardened tool steels, deliver results that far exceed operator experience and catalog values. Hybrid approaches allow us to find parameter sets that simultaneously provide the lowest surface roughness, minimal tool wear, and maximum productivity. The primary objective of this study is to investigate the optimization of metal processing parameters using machine learning.

Keywords: Machine Learning, Processing Parameters, Optimization

1.GİRİŞ

Metallerin işleme parametrelerinin makine öğrenmesi yöntemiyle optimizasyonu, son on yılın en hızlı gelişen araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Geleneksel talaş kaldırma yöntemleri olan tornalama, frezeleme, taşlama, delme ile geleneksel olmayan yöntemler olan elektro erozyonla işleme, lazerle kesme, ultrasonik işleme, su jeti kesme ve plazma kesme gibi süreçlerde kesme hızı, ilerleme miktarı, kesme derinliği, akım, pals süresi, lazer gücü, titreşim genliği gibi çok sayıda parametrenin aynı anda en uygun değerlerine ulaşılması gerekmektedir. Bu parametreler arasındaki ilişki doğrusal olmayan, karmaşık ve çoğu zaman deneysel olarak tam olarak açıklanamayan bir yapıdadır. Klasik optimizasyon yöntemleri olan Taguchi, yanıt yüzeyi yöntemi ve faktöriyel tasarım bu tür çok değişkenli ve doğrusal olmayan problemlerde yetersiz kalmakta, deney sayısı aşırı artmakta ve maliyet yükselmektedir. İşte bu noktada makine öğrenmesi temelli yaklaşımlar devreye girmekte; geçmiş deney verilerinden,

simülasyon sonuçlarından veya sensör verilerinden öğrenerek yeni koşullar için en uygun parametreleri hızlı ve düşük maliyetle önerebilmektedir (Aydın, 2021; Çaydaş, 2019).

Yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, rastgele orman, derin öğrenme ve nöro-bulanık sistemler gibi makine öğrenmesi algoritmaları, talaşlı ve talaşsız imalat süreçlerinde yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, malzeme kaldırma hızı, kesme kuvveti, ısıl etkilenmiş bölge genişliği gibi çıktıların tahmininde ve optimizasyonunda geleneksel modellere göre çok daha başarılı sonuçlar vermektedir. Özellikle zor işlenir malzemeler olan Ti6Al4V titanyum alaşımı, Inconel 718 nikel esaslı süperalaşım, AISI D2 soğuk iş takım çeliği gibi malzemelerde klasik matematiksel modellerin başarısı sınırlıyken, yapay sinir ağları ve hibrit modeller bu malzemelerin işlenmesinde yüksek doğruluk sağlamaktadır (Erzurumlu, 2020; Kurt, 2018).

Elektro erozyonla işleme gibi geleneksel olmayan bir yöntemde ise parametreler tamamen farklıdır: akım şiddeti, pals açma-kapama süresi, boşluk gerilimi, dielektrik sıvı basıncı, elektrot malzemesi gibi. Bu parametrelerin malzeme kaldırma hızı ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi son derece karmaşıktır ve klasik regresyon modelleri bu ilişkiyi açıklayamamaktadır. Destek vektör regresyonu ve rastgele orman algoritmaları bu süreçte çok daha başarılı sonuçlar vermektedir. Yapılan çalışmalar, destek vektör makinelerinin yüzey pürüzlülüğünü geleneksel modellere göre çok daha düşük hata ile tahmin edebildiğini ortaya koymuştur (Çaydaş, 2019).

2.Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Talaş Kaldırma Yöntemleri

Geleneksel ve geleneksel olmayan talaş kaldırma yöntemleri, metal parçaların şekillendirilmesinde uzun yıllardır bir arada kullanılan iki temel yaklaşımı ifade eder. Geleneksel yöntemler, mekanik kuvvetle talaş kaldırarak malzeme uzaklaştıran klasik proseslerdir; tornalama, frezeleme, planyalama, taşlama, delme, raybalama, broşlama gibi işlemler bu gruba girer. Bu yöntemlerde takım ile iş parçası arasında doğrudan temas bulunur, talaş oluşumu kesme kenarının malzeme üzerinde kaymasıyla gerçekleşir. Kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesme derinliği temel parametrelerdir. Soğutma sıvısı genellikle zorunludur ve takım aşınması ile yüzey kalitesi arasındaki denge sürekli gözetilir. Geleneksel yöntemler, yüksek hacimli üretimde ekonomik olması, geniş malzeme yelpazesinde çalışabilmesi ve tezgâh altyapısının yaygınlığı nedeniyle endüstride hâlâ baskın konumdadır (Kurt, 2018).

Geleneksel olmayan talaş kaldırma yöntemleri ise mekanik kuvvet yerine termal, elektriksel, kimyasal veya hidromekanik enerji kullanarak malzeme uzaklaştırır. Elektro erozyonla işleme (EDM), lazerle kesme (LBM), plazma kesme, su jeti kesme (AWJ), ultrasonik işleme (USM), elektrokimyasal işleme (ECM) ve iyon demeti ile işleme bu grupta yer alır. Bu yöntemlerin ortak özelliği, takım ile iş parçası arasında fiziksel temasın olmaması veya çok az olmasıdır. Sertlik ve iletkenlik gibi malzeme özellikleri geleneksel yöntemlerde sınırlayıcıyken,

geleneksel olmayan yöntemlerde bu kısıtlar büyük ölçüde kalkar. Özellikle sertleştirilmiş çelikler, seramikler, süperalaşımlar ve kompozit malzemeler bu yöntemlerle rahatlıkla işlenebilir (Çaydaş, 2019).

2.1.Geleneksel Talaş Kaldırma Yöntemleri

Geleneksel talaş kaldırma yöntemleri, imalat sanayisinin temel taşlarını oluşturan ve yüz yılı aşkın süredir kullanılan mekanik esaslı proseslerdir. Bu yöntemlerde malzeme, sert bir takımın kesme kenarı aracılığıyla fiziksel temas yoluyla talaş halinde uzaklaştırılır. Tornalama, frezeleme, planyalama, vargelme, taşlama, honlama, delme, raybalama, kılavuz çekme ve broşlama gibi işlemler bu grupta yer alır. Tüm bu yöntemlerin ortak özelliği, kesme hareketinin takım ile iş parçası arasındaki relatif hareketle sağlanması ve talaş oluşumunun kesme, sıkıştırma ve kayma gerilmeleri sonucunda gerçekleşmesidir.

Tornalama işleminde iş parçası kendi ekseni etrafında dönerken tek uçlu bir kesici takım radyal veya eksenel yönde ilerleyerek silindirik, konik veya alın yüzeyler oluşturur. Frezeleme ise çok ağızlı takımın dönme hareketiyle birleşen iş parçası ilerlemesi sayesinde düzlem, kanal, dişli, helisel oluk gibi karmaşık geometrilerin elde edilmesini sağlar. Planyalama ve vargel işlemleri genellikle büyük ve ağır parçalarda düz yüzey elde etmek için tercih edilirken, taşlama ve honlama işlemleri mikron düzeyinde hassasiyet ve düşük yüzey pürüzlülüğü gerektiren son işlem aşamalarında kullanılır. Delme ve raybalama ise iç silindirik yüzeylerin açılması ve hassaslaştırılması için vazgeçilmezdir (Kurt, 2018).

Geleneksel yöntemlerin en büyük avantajı, yüksek malzeme kaldırma hızı ve geniş malzeme yelpazesinde çalışabilme yeteneğidir. Çelik, dökme demir, alüminyum, pirinç, bronz gibi hemen her mühendislik malzemesi bu yöntemlerle işlenebilir. Yatırım maliyeti nispeten düşük olup, tezgâh parkuru dünya genelinde yaygın olduğu için yedek parça ve teknik destek sorunu yaşanmaz. Ayrıca kesme parametreleri (kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği) operatör tarafından doğrudan kontrol edilebilir ve proses esnekliği yüksektir.

2.2.Geleneksel Olmayan Talaş Kaldırma Yöntemleri

Geleneksel olmayan talaş kaldırma yöntemleri, malzeme uzaklaştırmayı mekanik kesme kuvveti yerine termal, elektriksel, kimyasal ya da hidromekanik enerjiyle gerçekleştiren proseslerdir. Bu grupta en yaygın kullanılan yöntemler elektro erozyonla işleme (EDM), lazerle işleme (LBM), plazma ark kesme, su jeti kesme (AWJ), ultrasonik işleme (USM), elektrokimyasal işleme (ECM) ve kimyasal aşındırmadır. Ortak özellikleri, takım ile iş parçası arasında fiziksel temasın bulunmaması ya da çok sınırlı olmasıdır; bu sayede malzeme sertliği prosesi neredeyse hiç kısıtlamaz.

Elektro erozyonla işlemede malzeme, dielektrik sıvı içinde oluşturulan kontrollü kıvılcımlarla eritilir ve buharlaştırılır. Sertleştirilmiş takım çelikleri, karbürler ve iletken seramikler bu yöntemle kolayca şekillendirilir. Lazerle işlemede odaklanmış lazer ışını milisaniyeler içinde malzeme yüzeyini eritir veya buharlaştırır; ince saclardan kalın bloklara kadar çok geniş kalınlık aralığında yüksek hassasiyet sağlar. Su jeti kesmede 4000-6000 bar basınçtaki suyun içine karıştırılan garnet aşındırıcı ile ısıl etkilenme bölgesi oluşmadan kesim yapılır; özellikle titanyum, kompozit ve cam gibi malzemelerde tercih edilir. Ultrasonik işlemede ise 20-40 kHz frekanslı titreşimle aşındırıcı süspansiyon malzeme üzerine çarptırılarak sert ve kırılgan malzemelerde (seramik, cam, kuvars) mikro düzeyde talaş kaldırılır (Çaydaş, 2019; Kara, 2022; Yıldız, 2023).

3.İşletme Parametreleri ve Performansa Etkiler

İşleme parametreleri, her türlü talaş kaldırma yönteminde prosesin kalitesini, verimliliğini ve maliyetini doğrudan belirleyen temel giriş değişkenleridir. Geleneksel yöntemlerde bu parametreler genellikle kesme hızı (Vc), ilerleme miktarı (f veya fn), kesme derinliği (ap), takım geometrisi, soğutma sıvısı debisi ve türü şeklindedir. Geleneksel olmayan yöntemlerde ise parametreler prosesin fiziksel prensibine göre değişir: elektro erozyonda akım (I), pals açma süresi (ton), pals kapama süresi (toff) ve boşluk gerilimi; lazer kesmede lazer gücü, kesme hızı, yardımcı gaz basıncı ve odak mesafesi; su jetinde su basıncı, aşındırıcı debisi ve standoft mesafesi; ultrasonik işlemede titreşim genliği ve frekansı öne çıkar.

Bu parametrelerin performansa etkileri doğrusal olmayan ve birbiriyle güçlü etkileşim içindedir. Kesme hızı artırıldığında genellikle yüzey pürüzlülüğü önce azalır, belirli bir eşik değerden sonra tekrar yükselir; aynı anda takım aşınması hızla artar. İlerleme miktarı yükseltildiğinde malzeme kaldırma hızı lineer olarak artarken yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti belirgin şekilde yükselir. Kesme derinliğinin artması ise hem kesme kuvvetini hem de titreşimi artırarak takım ömrünü kısaltır. Soğutma sıvısının yokluğu veya yetersiz debisi ısıl hasarı ve yapışmalı aşınmayı tetikler.

Geleneksel olmayan yöntemlerde parametre etkileri daha karmaşıktır. Elektro erozyonda pals açma süresi uzadıkça malzeme kaldırma hızı artar ancak yüzey pürüzlülüğü ve ısıl etkilenmiş bölge derinliği de artar. Lazer gücünün aşırı yükseltilmesi kerf genişliğini ve ısıl çatlak riskini artırırken, düşük güç yetersiz penetrasyon oluşturur. Su jeti basıncının yükselmesi kesme hızını artırır fakat aynı anda kerf konikliğini ve yüzey dalgalanmasını büyütür (Çaydaş, 2019; Yıldız, 2023; Kara, 2022).

3.1.Temel İşleme Parametreleri

Temel işleme parametreleri, her talaş kaldırma yönteminde prosesin giriş değişkenleri olarak kabul edilen ve doğrudan ölçülüp kontrol edilebilen büyüklüklerdir. Geleneksel talaşlı imalatta bu parametreler üç ana grupta toplanır: kesme hızı (Vc, m/dk), ilerleme (f veya fn, mm/dev veya mm/diş), kesme derinliği (ap, mm). Bunlara ek olarak takımın talaş açısı, burun yarıçapı, kaplama türü ve soğutma sıvısı debisi da temel parametreler arasında sayılır. Kesme hızı, takımın iş parçasına göre relatif hızını; ilerleme, takımın bir devirde veya bir diş geçişinde ne kadar yol aldığını; kesme derinliği ise takımın malzeme içine ne kadar gömüldüğünü belirler. Bu üç parametrenin çarpımı doğrudan malzeme kaldırma hızını (MRR) verir.

Geleneksel olmayan yöntemlerde temel parametreler enerji türüne göre değişir. Elektro erozyonda akım şiddeti (I), pals açma süresi (ton), pals kapama süresi (toff) ve boşluk gerilimi (V); lazer kesmede lazer gücü (W), kesme hızı (mm/dk), yardımcı gaz basıncı (bar) ve odak uzaklığı (mm); su jetinde su basıncı (bar), aşındırıcı debisi (g/dk) ve kesme hızı; ultrasonik işlemede ise titreşim genliği (µm) ve frekansı (kHz) temel giriş parametreleridir. Bu parametrelerden herhangi birinin küçük bir değişimi bile yüzey pürüzlülüğü, kerf genişliği, ısıl etkilenmiş bölge derinliği veya malzeme kaldırma hızı üzerinde büyük etki yaratır (Çaydaş, 2019; Yıldız, 2023).

3.2.Yüzey Kalitesi Ve Takım Aşınması

Yüzey kalitesi, işlenmiş parçanın son kullanım performansını doğrudan etkileyen en kritik çıktı parametrelerindendir ve genellikle Ra (ortalama pürüzlülük), Rz (maksimum tepe-vadi yüksekliği), Rt değerleriyle ölçülür. Takım aşınması ise flank aşınması (VB), krater aşınması ve burun köşe aşınması şeklinde kendini gösterir; bu aşınma hem boyutsal hatayı artırır hem de yüzey kalitesini bozar. Her iki parametre de işleme koşullarına son derece duyarlıdır.

Geleneksel talaşlı imalatta kesme hızı artırıldıkça başlangıçta yüzey pürüzlülüğü düşer çünkü talaş akışı iyileşir; ancak belirli bir eşik değerden sonra yapışmalı aşınma (BUA) ve yüksek sıcaklık nedeniyle pürüzlülük yeniden yükselir, takım ömrü dramatik şekilde kısalır. İlerleme miktarı yükseldikçe talaş izleri belirginleşir ve Ra değeri hemen artar. Kesme derinliği ise titreşimi artırarak hem yüzeyde dalgalanma yaratır hem de flank aşınmasını hızlandırır.

Geleneksel olmayan yöntemlerde durum farklıdır. Elektro erozyonda uzun pals açma süresi yüzeyde daha büyük kraterler oluşturur, pürüzlülük artar; takım (elektrot) aşınması ise akım ve ton süresine bağlı olarak değişir. Lazer kesmede yüksek güç ve düşük kesme hızı geniş ısıl etkilenmiş bölge ile birlikte yüzey oksidasyonu ve mikro çatlaklara yol açarken, takım kavramı yoktur. Su jeti kesmede ise aşındırıcı debisi ve kesme hızı dengesi doğrudan yüzey dalgalanmasını ve kerf konikliğini belirler (Çaydaş, 2019; Aydın, 2021).

4.Makine Öğrenmesi ile İşleme Parametrelerinin Optimizasyonu

Makine öğrenmesi, talaşlı ve talaşsız imalat süreçlerinde parametre optimizasyonunun en etkili güncel yöntemidir. Deney verilerinden veya simülasyon sonuçlarından hızlıca öğrenerek, kesme hızı, ilerleme, akım, lazer gücü gibi giriş parametrelerini yüzey pürüzlülüğü, takım/elektrot aşınması, malzeme kaldırma hızı ve enerji tüketimi gibi birden çok hedefe aynı anda en uygun hâle getirebilmektedir.

Yapay sinir ağları en yaygın kullanılan model olup, doğrusal olmayan ilişkileri yüksek doğrulukla öğrenebilmektedir. Destek vektör regresyonu gürültülü verilerde, rastgele orman değişken önem analizinde, derin öğrenme ise görüntü tabanlı kalite kontrolünde öne çıkmaktadır. Hibrit yaklaşımlar (yapay sinir ağı + genetik algoritma, nöro-bulanık sistem, parçacık sürüsü optimizasyonu) çok amaçlı optimizasyon problemlerini başarıyla çözmektedir. Bu yöntemler, klasik Taguchi veya yanıt yüzeyi yöntemlerine göre çok daha az deneyle aynı veya daha iyi sonuçlar vermektedir (Aydın, 2021; Erzurumlu, 2020; Çaydaş, 2019).

4.1.Kullanılan ML Algoritmaları

İşleme parametrelerinin tahmin ve optimizasyonunda kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları prosesin karmaşıklığına ve veri miktarına göre farklılık gösterir. En yaygın olanları şunlardır:

Yapay sinir ağları, doğrusal olmayan ilişkileri yüksek doğrulukla öğrenebilen en sık tercih edilen modeldir. Özellikle tornalama, frezeleme ve ultrasonik destekli işlemlerde kesme parametreleri ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi başarıyla modellemektedir (Aydın, 2021; Kurt, 2018).

Destek vektör regresyonu küçük ve gürültülü veri setlerinde üstün performans gösterir. Elektro erozyonla işleme süreçlerinde akım, pals süresi ve boşluk gerilimi gibi parametrelerin malzeme kaldırma hızına etkisini tahmin etmede yoğun olarak kullanılmaktadır (Çaydaş, 2019).

Rastgele orman algoritması, değişken önem sıralaması yapabilmesi ve aşırı öğrenmeye karşı dirençli olması nedeniyle Inconel 718, Ti6Al4V gibi zor işlenir malzemelerde takım aşınması tahmini için tercih edilmektedir (Erzurumlu, 2020).

Derin öğrenme modelleri, özellikle lazer kesme ve plazma kesme gibi görüntü tabanlı kalite kontrolü gereken proseslerde kesim sonrası yüzey fotoğraflarından doğrudan kalite parametrelerini çıkarmada başarılı sonuçlar vermektedir (Yıldız, 2023).

Nöro-bulanık sistemler, belirsizliğin yüksek olduğu ultrasonik destekli delme ve elektrokimyasal işlemlerde uzman görüşünü de modele dahil ederek en iyi tahmin doğruluğunu sağlamaktadır (Kara, 2022).

Bu algoritmalar genellikle genetik algoritma, parçacık sürüsü optimizasyonu veya yapay arı koloni algoritması gibi evrimsel yöntemlerle birleştirilerek hibrit modeller oluşturulmakta ve çok amaçlı optimizasyon gerçekleştirilmektedir.

4.2.Optimizasyon Süreci

Makine öğrenmesi temelli optimizasyon süreci, sistematik ve tekrarlanabilir adımlardan oluşur. İlk aşama veri toplamadır: laboratuvar deneyleri, endüstriyel üretim kayıtları veya sonlu elemanlar simülasyonları ile giriş parametreleri (kesme hızı, ilerleme, akım, lazer gücü vb.) ve çıkış parametreleri (yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, malzeme kaldırma hızı) eşleştirilerek veri seti oluşturulur. Bu veri seti temizlenir, normalleştirilir ve eğitim-test olarak %70-30 veya %80-20 oranında bölünür.

İkinci aşamada uygun makine öğrenmesi modeli seçilir ve hiperparametreleri (katman sayısı, öğrenme oranı, çekirdek fonksiyonu) ile eğitilir. Modelin performansı ortalama mutlak hata, kök ortalama kare hata ve belirleme katsayısı (R^2) değerleriyle değerlendirilir. En iyi tahmin doğruluğuna ulaşan model "vekil model" (surrogate model) olarak kabul edilir.

Üçüncü aşama gerçek optimizasyondur. Vekil model, genetik algoritma, parçacık sürüsü, yapay arı koloni veya NSGA-II gibi evrimsel algoritmaların uygunluk fonksiyonu olarak kullanılır. Algoritma, kısıtlar (makine limiti, malzeme özellikleri) içinde binlerce veya on binlerce parametre kombinasyonunu vekil modelle hızlıca değerlendirir ve Pareto ön cephesini üretir. Bu cephe, yüzey kalitesi yüksek-takım aşınması düşük, verimlilik yüksek-maliyet düşük gibi çelişkili hedefler arasında en iyi uzlaşmaları gösterir.

Son aşamada elde edilen Pareto çözümlerinden mühendis veya operatör, üretim önceliklerine göre bir veya birkaç parametre setini seçer ve doğrulama deneyleriyle gerçek ortamda test eder. Böylece optimizasyon döngüsü tamamlanmış olur (Aydın, 2021; Erzurumlu, 2020; Çaydaş, 2019).

5.SONUÇ

Geleneksel tornalama ve frezeleme işlemlerinde en sık tercih edilen makine öğrenmesi yöntemi yapay sinir ağlarıdır. Bu modellerde giriş parametreleri olarak kesme hızı, ilerleme miktarı, kesme derinliği, takım geometrisi, soğutma sıvısı debisi, malzeme sertliği alınmakta; çıkış parametreleri olarak ise yüzey pürüzlülüğü, flank aşınması, kesme kuvveti ve talaş şekli tahmin edilmektedir. Eğitim sürecinde geri yayılım algoritması ile ağırlıklar sürekli güncellenmekte ve hata en aza indirilmektedir. Eğitim verileri genellikle CNC tezgâhlarında yapılan deneylerden veya sonlu elemanlar analiziyle üretilen simülasyon verilerinden elde edilmektedir (Kara, 2022; Özel ve Karpat, 2005).

Türkiye'de bu alanda yapılan akademik çalışmalar hızla artmaktadır. Gazi Üniversitesi, Karabük Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Sakarya Üniversitesi gibi kurumların makine mühendisliği bölümlerinde 2018-2025 yılları arasında çok sayıda yüksek lisans ve doktora tezi bu konu üzerine yazılmıştır. Bu tezlerin büyük çoğunluğunda AISI 1040, AISI D2, Al 7075, Ti6Al4V ve Inconel 718 malzemeleri çalışılmış, elde edilen modellerin endüstride uygulanabilir olduğu vurgulanmıştır (Aydın, 2021; Erzurumlu, 2020; Kurt, 2018).

Makine öğrenmesi modellerinin başarısında en önemli etken veri kalitesidir. Eğitim verisinin parametre aralıklarını geniş kapsaması, ölçüm hatalarından arındırılmış olması ve dengesiz dağılım göstermemesi gerekmektedir. Az sayıda deney yapılabilen pahalı malzemelerde (Inconel 718, titanyum alaşımları) fizik tabanlı sinir ağları kullanılmaya başlanmıştır. Bu modellerde kesme mekaniği denklemleri (Taylor denkleminden türetilen kuvvet modelleri, ısı transferi denklemleri) kayıp fonksiyonuna eklenerek çok az veriyle bile fiziksel olarak tutarlı tahminler yapılabilmektedir (Sangwan vd., 2015).

Endüstri 4.0 ile birlikte gerçek zamanlı adaptif kontrol sistemleri yaygınlaşmaktadır. CNC tezgâhlara entegre edilen titreşim, kuvvet, akustik emisyon ve termal sensörlerden gelen veriler anlık olarak makine öğrenmesi modeline beslenmekte, model sürekli kendini güncelleyerek parametreleri otomatik ayarlamaktadır. Bu sistemlere "akıllı işleme sistemleri" denilmektedir ve özellikle havacılık sektöründe titanyum ve nikel esaslı parçaların üretiminde kullanılmaktadır (Mori vd., 2021).

Gelecekte açıklanabilir yapay zekâ tekniklerinin bu alanda daha fazla yer bulması beklenmektedir. Çünkü endüstriyel uygulamalarda mühendisler, modelin neden belirli bir parametre önerdiğini anlamak istemektedir. Karar ağaçları temelli yöntemler ve SHAP değerleri gibi açıklayıcı teknikler bu ihtiyacı karşılamaktadır.

Makine öğrenmesi yöntemleri metal işleme parametrelerinin optimizasyonunda geleneksel yaklaşımların yerini hızla almaktadır. Hem akademik çalışmalarda hem de endüstriyel uygulamalarda deney sayısını ve maliyeti büyük ölçüde azaltırken, ürün kalitesini ve proses güvenilirliğini artırmaktadır. Özellikle hibrit modeller, fizik tabanlı sinir ağları ve gerçek zamanlı adaptif kontrol sistemlerinin önümüzdeki yıllarda çok daha yaygın hale geleceği öngörülmektedir.

6.KAYNAKÇA

Aydın, İ. (2021). Ti6Al4V titanyum alaşımının frezelenmesinde yüzey pürüzlülüğünün yapay sinir ağları ve genetik algoritma ile optimizasyonu [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Çaydaş, U. (2019). AISI D2 soğuk iş takım çeliğinin tel erozyonla işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün destek vektör makineleri ile modellenmesi ve parçacık sürüsü optimizasyonu ile iyileştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 1955-1972.

Erzurumlu, T. (2020). Inconel 718 süperalaşımının tornalanmasında takım aşınmasının rastgele orman algoritması ile tahmini ve çok amaçlı optimizasyonu [Doktora tezi, Karabük Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Kara, F. (2022). Ultrasonik destekli delme işlem parametrelerinin nöro-bulanık model ile optimizasyonu. Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 8(1), 45-58.

Kurt, M. (2018). Alüminyum 7075 alaşımının yüksek hızda frezelenmesinde kesme parametrelerinin yapay sinir ağları ile optimizasyonu [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Mori, M., Fujishima, M., & Komatsu, M. (2021). Development of a smart machine tool with tool wear monitoring. *CIRP Annals*, 70(1), 293-296.

Özel, T., & Karpat, Y. (2005). Predictive modeling of surface roughness and tool wear in hard turning using regression and neural networks. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 45(4-5), 467-479.

Sangwan, K. S., Saxena, S., & Kant, G. (2015). Application of artificial neural network for predicting surface roughness in turning process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 81(5-8), 1355-1363.

Yıldız, A. R. (2023). Lazerle kesme işlem parametrelerinin derin öğrenme ile optimizasyonu. *Sakarya University Journal of Science*, 27(2), 345-358.

Akıncı, M. (2020). Yapay sinir ağları ile frezeleme işleminde yüzey pürüzlülüğünün modellenmesi [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Demir, S. (2017). Elektro erozyonla işleme parametrelerinin optimizasyonunda genetik algoritmaların kullanımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 19(55), 123-135.

Gök, A. (2022). Lazerle delme işleminde makine öğrenmesi tabanlı parametre optimizasyonu [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Kaya, E. (2019). Takım aşınmasının tahmininde destek vektör makinelerinin uygulaması: Tornalama örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 24(2), 89-102.

Li, X., & Wang, J. (2020). Machine learning-based optimization of cutting parameters in milling of titanium alloys. *Journal of Manufacturing Processes*, 58, 1023-1034.

YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMLAR

Utku KÖK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0009-0005-4134-2765
Doç. Dr. Yılmaz KÜÇÜK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0000-0002-7559-8794
Prof. Dr. M. Sabri GÖK
Bartın University, Engineering & Architecture and Design Faculty, Department of Mechanical Engineering, Bartın
ORCID ID: 0000-0002-8214-2250

ÖZET

Yüksek Entropili Alaşımlar (YEA), beş veya daha fazla ana elementten yaklaşık olarak eşit miktarlarda oluşan metalik malzemelerdir. Bu karışım YEA'lara benzersiz mekanik, termal ve kimyasal özellikler kazandırarak, işlenmesini önemli bir araştırma odağı haline getirmiştir. Yüksek entropili alaşımlar, malzeme biliminde birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alaşımlar seramik, polimer ve sıvılarda kullanılabilmektedir ve önemli kullanım alanları arasında manyetik özellikler, nükleer kaplama malzemeleri, fisyon simülasyonu, refrakter kaplamalar ve hafif yapılar yer almaktadır. Ayrıca, yüksek sertlikleri nedeniyle yüksek hız çeliklerinde de tercih edilmektedirler. YEA'ları işlemek için kullanılan yöntem, yapılarını ve performanslarını önemli ölçüde etkilemektedir. YEA'ların işlenmesinde Katı Hal Prosesi, Ergitme ve Döküm ve Yüksek Entropili Alaşım Esaslı Kaplama yöntemleri kullanılmaktadır. YAE'lerin işlenmesi, seçilen işleme yönteminin mikro yapıyı, faz evrimini, mekanik davranışı ve genel performansı güçlü bir şekilde etkilemesi nedeniyle önemlidir ve YAE'lerin çok bileşenli yapısı nedeniyle, işlenmesi erime, katılaşma, termal işlem ve mekanik deformasyonun dikkatli bir şekilde kontrol edilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada YEA'ların işlenmesinin incelenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda YEA'ların bileşimlerine dair detaylı bilgi verilmiş ve işleme yöntemleri de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alaşım, entropi, metal sektörü, yüksek entropili alaşımlar.

HIGH ENTROPY ALLOYS

ABSTRACT

High-Entropy Alloys (HEAs) are metallic materials composed of five or more principal elements in approximately equal proportions. This composition provides HEAs with unique mechanical, thermal and chemical properties, making their processing an important research focus. High-entropy alloys are used in many fields of materials science. These alloys can be

utilized in ceramics, polymers, and liquids, and their major application areas include magnetic properties, nuclear coating materials, fission simulation, refractory coatings, and lightweight structures. In addition, due to their high hardness, they are also preferred in high-speed steels. The processing method used for HEAs significantly affects their structure and performance. The processing of HEAs involves methods such as Solid-State Processing, Melting and Casting, and High-Entropy Alloy-Based Coating techniques. Processing HEAs is important because the selected method strongly influences microstructure, phase evolution, mechanical behavior, and overall performance. Moreover, due to the multi-component nature of HEAs, their processing requires careful control of melting, solidification, heat treatment, and mechanical deformation. In this study, the processing of HEAs was examined, and in line with this aim, detailed information on the composition of HEAs and their processing methods was provided.

Keywords: Alloy, entropy, metal industry, high-entropy alloys.

GİRİŞ

Son yıllarda, yüksek entropili alaşımlar (YEA) veya çok bileşenli alaşımlar olarak adlandırılan yeni alaşım türleri, özel kompozisyonları ve ayarlanabilir özellikleri ile dikkat çekmektedir. Bu alaşımlar en az 5 elementin eşit veya yakın oranlarda bir arada bulunduğu katı eriyiklerdir. YEA'lar, geleneksel alaşımlara göre yüksek dayanım değeri gibi mekanik özellikleri ile araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Gali ve George, 2013; Nayan ve ark., 2014).

YEA'lar, ana alaşım elementleri %5 ila %35 arasında konsantrasyona sahip ve küçük oranlarda ikincil elementler de içermektedir. Bu alaşım türleri, yüksek karışım entropisine sahip oldukları için YEA adını almaktadır. Ancak, araştırmalar bu yüksek entropinin daha basit yapılar oluşturduğunu ve faz sayısını azalttığını göstermektedir. Bunun yanında, bu alaşımların mikroyapısı karmaşık ve incelemeleri zor olabilmektedir (Bric ve ark., 2012; Tsai ve Yeh, 2014). YEA'lar, çoklu temel alaşım elementine sahip oldukları için önemli özellikler taşımaktadır. Bu özellikler arasında yüksek dayanım, aşınma direnci, yüksek sıcaklık dayanımı, yapı kararlılığı ve iyi korozyon ve oksidasyon dayanımı yer almaktadır. Geleneksel alaşımlarda bazı özellikler bir arada bulunamazken, YEA'lar bu bakımdan dikkat çekmekte olup, ayrıca, YEA'ların işlenmesi için özel araçlara ihtiyaç yoktur, mevcut ekipmanla seri işlenmesi mümkündür. Bu nedenle çeşitli alaşım kompozisyonları geliştirilerek YEA'ların özellikleri artırılmıştır (Wu ve ark., 2006; Tsai ve Yeh, 2014).

YEA'lar, birçok fonksiyonel ve yapısal uygulamada kullanılabilen alaşımlar olarak, taşımacılık ve enerji sektörlerinde, yüksek dayanım, yüksek sıcaklıkta çalışma ve düşük yoğunluk gerekmektedir. Üç alaşım ailesi bu özellikleri sağlamaktadır. Alüminyum alaşımları düşük yoğunluklu, titanyum alaşımları yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve son olarak nikel bazlı süper

alaşımlar ise yüksek sıcaklıklarda çalışır ama yoğunluktan zarar görmektedir. Ayrıca, YEA'lar ile istenen özelliklere göre alaşım ayarlanabilmektedir (Miracle ve ark., 2014). Endüstriyel anlamda kullanım alanları geniş olan ve işlenmelerinde üç temel prosesin kullanıldığı YEA'lar üzerinde çok fazla araştırma mevcuttur ancak işlenmeleri hakkında detaylı bilgi oldukça az çalışmada mevcuttur. Bu çalışmada da YEA'ların işlenmesinin incelenmesi amaçlanmıştır.

YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMLAR

Hume-Rothery kuralları, çözen ve çözünenin karşılıklı çözünülebilirliğini belirlemektedir. Bu kurallar, kristal yapısı, atomik boyut farkı, valans ve elektronegatiflik gibi faktörleri içermektedir. Karışım entalpisinin negatif, pozitif veya sıfır olması, elementlerin etkileşimlerini etkilemektedir. Çözünürlük sınırlı olduğunda, terminal katı çözeltiler oluşmaktadır ve sürekli katı eriyikler ise ikili sistemlerde sık görülmemektedir (Gao ve ark., 2016).

Bu terminal çözeltiler, ikili, üçlü ve dörtlü alaşım sistemlerinde bilinmektedir. Ancak, yüksek bileşenli faz diyagramlarında katı çözelti fazlarının olup olamayacağı merak edilmektedir. Faz diyagramlarının merkezindeki katı eriyiklerin oluşumu pek incelenmemiştir. Cantor'un (2022) önerdiği gibi, eşit veya yakın bileşen oranlarıyla çok bileşenli alaşımlar hazırlanabilir. Yeh (2016), bu alaşımları "YEA" adıyla adlandırmış ve yüksek karışım entropisinin faz oluşumu ve özellikler üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Yüksek karışım entropisi, bileşenler arasındaki çözünürlüğü artırır ve yeni fazlar ile mikroyapılar oluşturabilir (Murty ve ark., 2019).

Bir termodinamik sistem izotermal ve izobarik koşullarda Gibbs serbest enerjisini (G) minimize etmeye çalışmaktadır, denge G en düşük değerine ulaştığında sağlanmaktadır.

$$G = H - TS \quad (1)$$

Burada "H" entalpiyi, "S" entropiyi, "G" serbest enerjiyi ve "T" sıcaklığı temsil etmektedir. Verilen bir sıcaklıkta, sistemin entalpisi ve entropisi denge durumunu belirlemektedir. Deneylerde serbest enerji değişimi ile faz belirlenebilir ve elementel ile karışım haller arasındaki ilişkiler açıklanmaktadır.

$$\Delta G_{mix} = \Delta H_{mix} - T\Delta S_{mix} \quad (2)$$

Boltzman hipotezine göre n-elementli eşmolar alaşımının karışım entropisi hesaplanabilmektedir.

$$\Delta s_{mix} = Rln(n) \quad (3)$$

Eşitlik 3'teki "R" gaz sabiti 8,31 J/K mol'dir. Eşmolar alaşımlardaki karışım entropisi, element sayısına bağlıdır. İki ve beş element için entropiler sırasıyla 5,76 ve 13,37 J/K mol'dir. En düşük alaşım elemanı sayısı olarak 5 element önerilmektedir. Bu sayı, alaşım sisteminde katı eriyik fazların oluşumu için yeterli bir değer sağlar. 13 elementten sonra eğri düzleşmektedir ve daha fazla element eklemek düşük fayda sağlamaktadır. Her elementin konsantrasyonu eşmolar

olmalıdır, ama %5 ile %35 arasında da olabilmektedir. Hiçbir element %50'den fazla olamaz. 13 rastgele elementle 7099 farklı alaşım sistemi oluşturulabilmektedir. Alaşımlar; (i) düşük entropili alaşımlar, (ii) orta entropili alaşımlar, (iii) yüksek entropili alaşımlar olarak üç gruba ayrılmaktadır (Jien-Wei, 2006).

Yüksek Entropili Alaşımlarda Notasyon

Yüksek entropili alaşımlar, bir ana elementten oluşmadıkları için bileşen elementlerin kimyasal formül gösterimlerinde farklılıklar vardır. Bu alaşımları basitçe tanımlamak ve karşılaştırmak için elementler alfabetik sırayla yazılabilmektedir. Mendeleev numarası veya atomik numaraya göre sıralamak daha fazla anlam katabilmektedir, ancak bu yöntem pratik değildir. Konsantrasyon, atomik orana veya yüzdeye göre alt simge olarak ifade edilebilmektedir. Eşatomik olan ve olmayan alaşımlar bu kurala uygundur ancak belirli bir alaşımın Cr içeriği değiştiğinde uygun bir ifade kullanılabilmektedir (Murty ve ark., 2019).

Çekirdek Etkileri

YEA'lar yüksek entropi, kafes distorsiyonu, yavaş difüzyon ve kokteyl etkileri gibi çeşitli etkilerle tanımlanabilmektedir. Yüksek entropi, mikroyapıyı basitleştirerek YMK ve HMK katı eriyiklerin oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Kafes distorsiyonu, mekanik ve kimyasal özellikleri etkilerken, yavaş difüzyon, amorf veya nanokristalin yapıların oluşumunu desteklemektedir. Kokteyl etkisi ise farklı elementlerin etkileşimleriyle kompozit etkileri oluşturmaktadır (Zhang ve ark., 2014). Ayrıca, birden fazla ana element içeren alaşımlar karmaşık yapılar oluştururken, YEA'lar genellikle az sayıda, tek fazdan oluşmaktadır. Bu, yüksek karışım entropisine bağlanmaktadır. Karışım entropisi, elementlerin karşılıklı çözünmesini artırarak faz ayrışımını engellemektedir. YEA'larda bazı elementler arası kuvvetli bağlanmalar, intermetalik fazların oluşmasına neden olsa da bu fazlar, diğer elementleri de içermektedir. Karışım entropisi, sıcaklık artışıyla artan boşluk konsantrasyonu oluşturma ve çözünürlük hesaplamasında önemli bir faktördür. Son olarak, YEA'ların yüksek entropisi, çözünürlüğü artırarak basit çok elementli eriyik fazlarının oluşumuna yardımcı olmaktadır (Jien-Wei, 2006).

Yüksek entropili ve katı eriyik fazlarının kararlı hale gelmesi, yüksek entropi etkisi sayesinde gerçekleşmektedir ve bu etki, eşmolar veya buna yakın intermetalik bileşiklerin oluşumunu bekletmektedir. Gibbs faz kuralına göre, bir alaşımın fazları, bileşen sayısı (C) ve serbest değişken sayısına (F) bağlıdır. Altı bileşenli bir sistemde, belirli basınç altında maksimum yedi denge fazı beklenmektedir. Ancak, yüksek entropili alaşımlar, intermetalik fazlar yerine katı eriyik fazlar oluşturmaktadır. Bu, bütün eşmolar bileşenlerin katı eriyik oluşturacağı anlamına gelmez; ancak dikkatli kompozisyon seçimlerinde intermetalik yerine katı eriyik faz

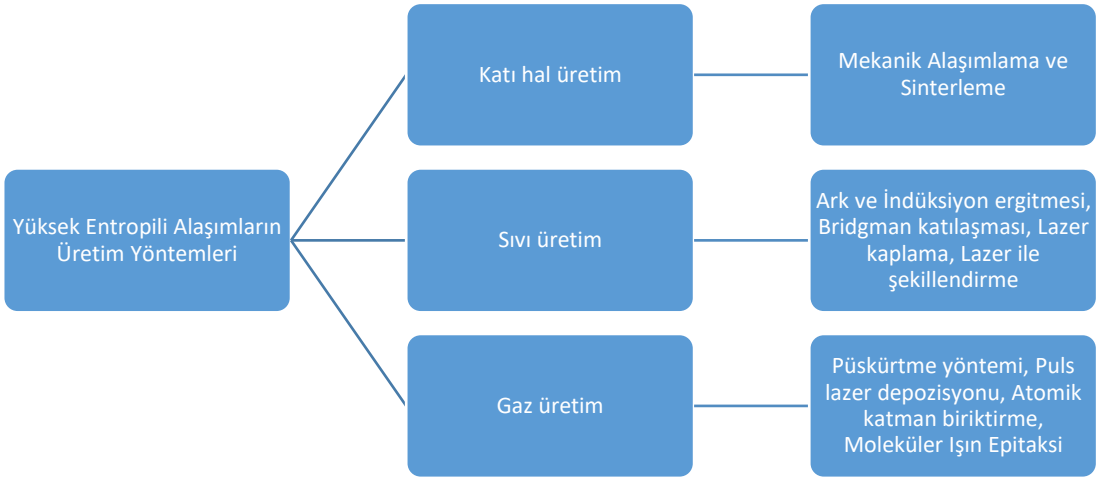
beklenebilmektedir. YEA'larda oluşan faz sayısı, yüksek karışım entropisi ve düşük atom difüzivitelerinden dolayı azalmaktadır. Bu bilgiler, mikroyapı ve özelliklerin kontrolü için pratikte kullanılabilmektedir. Yüksek entropili alaşımlarda çok bileşenli katı eriyikler nedeniyle, geleneksel kristal yapılar çok elementli tanıma genişlemiştir. Çok elementli kafes, atomların farklı boyutları nedeniyle yüksek oranda distorsiyon geçirmiştir. Bu atomik boyut farkları, kafesin dağılmasına ve amorf yapıya dönüşmesine yol açabilmektedir. Kafes distorsiyonu, malzemelerin mekanik, termal, elektrik, optik ve kimyasal davranışlarını etkiler ve katı eriyik sertleşmesi gibi sonuçlar doğurabilmektedir. CuNiAlCoCrFeSi alaşım sisteminde X-ışını difraksiyon yoğunluğundaki ani düşüşü incelendiğinde, XRD pik yoğunluklarının özellikle sıcaklık etkisiyle değişim gösterdiği, ancak artan bileşen sayısı nedeniyle daha belirgin bir düşüş yaşandığı tespit edilmiştir. Atomların rastgele dağılımı ve amorf yapılar olabileceği düşünülmektedir, ancak önceki çalışmalar normal boyutlarda taneler ve tane sınırları gözlemlemiştir. Düşüş, yüksek sıcaklıklar veya yüksek plastik deformasyon sonucunda meydana gelen benzer düşüşlerle ilişkilendirilmiştir. Kafes noktalarında atomların boyutunda yüksek rastgelelik, kristal yapıda girintili-çıktılı atomik düzlemler oluşturmuştur. Kafes bozulması, kristalleşme kalitesini olumsuz etkileyerek XRD pik yüksekliklerini düşürmektedir. Kafes distorsiyon etkisi, YEA'ların dayanıklılığını açıklamakta kullanılır ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Yeh ve ark., 2007).

Faz dönüşümleri, faz boyunca elementlerin dengeli difüzyonuna bağlıdır. İtriyum Alüminyum Garnet'te (YAG) difüzyon, atom hareketlerini engelleyen kafes bozulmasıyla sınırlıdır. Geleneksel YAG dökümlerinde, yüksek başlangıç sıcaklıkları nedeniyle soğuma sırasında fazların ayrılması daha düşük sıcaklıklara kadar gecikmektedir ve bu durum, YAG'lerde nano çökeltilerin oluşmasına yol açabilmektedir. Yeh, YAG'lerde boşluk oluşumu ve bileşim ayrımını inceleyerek saf elementler, paslanmaz çelikler ve YAG'ler arasındaki difüzyon katsayılarını karşılaştırmıştır. YAG'lerde difüzyon hızları, paslanmaz çeliklere ve saf metallere kıyasla daha yavaştır (Yeh, 2016). Kokteyl etkisi, metal alaşımlarında birçok elementin karıştırılmasıyla elde edilen özeliklerin tanımında kullanılmaktadır. Alaşımların özellikleri, bileşen elementlerine ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine bağlıdır. Örneğin, hafif elementler alaşımın yoğunluğunu azaltabilirken, alüminyum alaşımların sertliğini artırabilmektedir. Alüminyum konsantrasyonu arttıkça, alaşımın sertliği de önemli ölçüde artar. YEA'lar, en az beş ana element içerebilmektedir ve bu elementlerin toplamı özellikleri belirlemektedir. Her faz, atomik düzeyde çok bileşenli bir yapıdadır ve özellikleri kafes distorsiyonuna bağlı olan etkileşimlerden de etkilenmektedir. Kokteyl etkisi, bu etkileşimler ve fazların birleşimiyle şekillenmektedir (Murty ve ark., 2019). Ayrıca YEA'larda farklı

elementlerin difüzyon katsayıları vardır. Bazıları daha düşük aktiviteye sahiptir ve boşluklara atlama oranları düşüktür. Faz dönüşümleri, elementlerin yeniden dağılımını gerektirmektedir ve tane büyümesi için elementlerin birleşmesi gerekmektedir. Yavaş hareket, dönüşümde kısıtlama yaratmaktadır. YEA'ların yavaş kinetikleri, aşırı doygun ve nano boyutlu çökeltilerin oluşmasına olanak tanımaktadır ve bu da YEA kaplamalarının yüksek performansına katkıda bulunmaktadır. Sonuçta, yavaş difüzyon YEA'ların özelliklerini olumlu etkiler ve yüksek sıcaklıkta çalışan parçaların ömrünü artırabilmektedir (Tsai ve Yeh, 2014; Gao ve ark., 2016).

YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMLARIM İŞLENMESİ

Yüksek entropili alaşımlar, çeşitli yöntemlerle üretilebilmektedir (Şekil 1). Bu yöntemler arasında ergitme ile döküm, toz metalürjisi ve buhar fazında biriktirme yer almaktadır (Şahin, 2021). Ergitme ile dökümde, alaşım dengeli veya dengesiz koşullarda işlenebilmektedir. En bilinen ergitme yöntemleri vakum indüksiyon ergitme ve vakum ark ergitmedir. Katı hal yöntemleri mekanik alaşımlama ve sinterleme ile yapılırken, gaz durumundaki yöntemler püskürtme ve atomik katman biriktirme gibi teknikleri içermektedir. Ayrıca elektrokimyasal teknikle de üretim çalışmaları vardır (Gao ve ark., 2016).



Şekil 1. Yüksek Entropili Alaşımların Üretim Yöntemleri

Katı Hal Prosesi

Metal alaşımlamaların katı hal prosesleri, YEA'nın işlenmelerinde %5 oranında kullanılır. Homojen alaşımlar elde etmek için, enerji seviyeleri yüksek değirmenlerde element tozları öğütülmektedir. Bu yöntem, 1970 yılında Benjamin ve ekibi tarafından geliştirilmiştir (Benjamin, 1970). Bu prosesin birçok avantajı vardır ve kırılgan intermetalik bileşikler ve kompozit metal alaşımları gibi farklı malzemeler bu yöntemle işlenmektedir. Ancak, öğütme

sırasında hava veya cihazdan kaynaklı kirlilik sorunları yaşanabilmektedir. Uygun ortamlar ve inert gazlar kullanılarak bu sorunlar azaltılabilmektedir (Gao ve ark., 2016).

Ergitme ve Döküm

YEA'ların işlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler katı döküm, toz metalürjisi ve film şeklinde sentezleme olarak üç ana gruba ayrılmaktadır. Ergiyip döküm metodları dengeli ve dengesiz soğutma ile YEA'lar işlenmektedir. Ayrıca, yüzey modifikasyonu için püskürtme ve plazma nitrürleme gibi teknikler de vardır (Doğan ve Arslan, 2012; Xu ve ark., 2015). YEA işlenmesi için en yaygın yöntemler ergitme ve döküm yöntemidir; yapılan çalışmaların %75'i bu yöntemle gerçekleştirilmiştir. En sık kullanılan ergitme metodu vakum ark ergitmedir, çünkü bu yöntemle 3000°C sıcaklıklara kadar ulaşılabilmektedir. Ancak, düşük ergime noktasına sahip metaller buharlaşabilir, bu yüzden kompozisyon kontrolü önemlidir. İndüksiyon ve direnç ısıtma fırınları alternatif yöntemlerdir. Ayrıca, Bridgman katılaşma yöntemi tek kristal ingot işlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem, malzemelerin belirli sıcaklıklarda ısıtılıp yavaşça soğutulmasını içermektedir ve genellikle Czochralski yönteminin zor olduğu durumlarda tercih edilmektedir (Ma ve ark., 2013). YEA'ların %5'i katı hal prosesleri ile üretilmektedir. Bu yöntemler, mekanik alaşımlama ve element harmanının konsolidasyonunu içermektedir. Mekanik alaşımlama, çeşitli elementel tozların yüksek enerjili değirmenlerde işlenmesiyle homojen bir yapı elde etmektir. Bu süreçte, tozlar ve bilyalar arasındaki yüksek enerjili etkileşim nedeniyle nanokristalizasyon ve amorfizasyon gerçekleşir. Elde edilen YEA'ların yoğun parça haline gelmesi için sinterleme işlemi gereklidir. Bunun için spark plazma sinterleme (SPS) kullanılmakta, bu yöntem daha hızlı ve etkili sinterleme sağlamaktadır (Fu ve ark., 2013, Erdoğan ve ark., 2018).

Yüksek Entropili Alaşım Esaslı Kaplamalar

İki ana yöntem olarak manyetik sıçratma ve plazma nitrürleme, yüzey modifikasyonlarında ve buhar faz kaplamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı bilim insanları, çelikler ve Al alaşımları gibi yüzeylerin oksitlenme, korozyon ve aşınma dirençlerini artırmak için ince film veya yüksek entropili alaşım tabakaları geliştirmeye çalışmaktadır. Püskürtme tekniği, ince film kaplama için atomların yüklü gaz iyonları ile biriktirilmesini sağlamaktadır. Manyetik yöntemde ise vakumda buhar çökeltme ile çok ince metal kaplama elde edilmektedir. Manyetik püskürtme, sertleştirilmiş tabakalar için daha çok tercih edilirken, plazma nitrürleme daha kalın tabakalar işlemektedir (He ve ark., 2014).

YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMLARIM KULLANIM ALANLARI

Yüksek entropili alaşımlar, malzeme biliminde geniş uygulama alanlarına sahiptir. Bu alaşımlar seramik, polimer ve sıvılarda kullanılabilmektedir. Önemli uygulama alanları arasında paramanyetik ve manyetik özellikler, nükleer sanayide kaplama malzemeleri olarak kullanımları, fisyon süreçlerini simüle etme potansiyeli, refrakter kaplamalar, hafif yapılarıyla batarya ve ulaşım alanları yer almaktadır. Ayrıca, yüksek sertlikleri nedeniyle yüksek hız çelikleri ve kesici takımlarda difüzyon bariyeri olarak tercih edilmektedirler. Elektronik uygulamalarda da önemli özellikler göstermektedirler. Gelecek vaat eden bazı yüksek entropili alaşımlardan ilki olan $Al_5Cr_{12}Fe_{35}Mn_{28}Ni_{20}$ alaşımı, NiAl açısından zengin çökeltilere sahip ve iyi işlenebilirlik sunmaktadır. Soğuk haddeleme sırasında ara tavlama gerektirmez ve 360 HV sertlik değerine sahip olup güneş pilleri için potansiyel bir uygulama alanı bulunmaktadır. İkinci olarak, $Co_{1.5}CrFeNi_{1.5}Ti_{0.5}$ alaşımı, döküm durumunda iyi bir kristal yapısına sahiptir. Isıl işlem ile sertliği 513 HV'ye ulaşabilmektedir. Düşük mıknatıslanma ve yüksek direnç gösterir ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır.

SONUÇ

Son 15 yılda yüksek entropili alaşımlar üzerinde birçok araştırma yapılmıştır, ancak bu alanda daha çok yol alınması gerektiği bilinmektedir. Bu alaşımlar mühendislik uygulamaları için yeni ve umut verici özellikler sunmaktadır. Bu çalışmada da YEA'ların mekanik özellikleri, işleme yöntemleri ve potansiyeli ele alınmıştır. Gelecekte daha fazla çalışma ile üstün özellikler ortaya çıkacak ve bu malzemelerin geleneksel malzemelerin yerini alması beklenmektedir. Karmaşık yapıları nedeniyle, YEA'ların işlenmesi eritme, soğutma ve şekillendirme tekniklerinin dikkatli bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir. Değinildiği üzere ark eritme ve vakum indüksiyon eritme gibi döküm teknikleri YEA üretiminde yaygındır. Bu yöntemler, mikrosegregasyon gibi sorunlarla karşılaşabilseler de homojen külçeler oluşturmaktadır. Emme döküm ve damla döküm gibi alternatif yöntemler daha hızlı soğumaktadır ve daha iyi mikro yapılar sağlar, ancak aynı zamanda segregasyon ve gözeneklilik gibi sınırlamaları da vardır. Toz metalurjisi ise YEA'lar için gelişen bir diğer tekniktir. Mekanik Alaşımlama, ince YEA malzemeleri oluşturmak için tozları karıştırırken, Kıvılcım Plazma Sinterleme bunları basınç altında birleştirerek mukavemeti ve mikro yapıyı artırmaktadır. Sıcak izostatik presleme, gözenekliliği gidermek için kullanılır, ancak maliyetli olabilir. Seçici lazer eritme ve elektron ışını eritme gibi katmanlı üretim yöntemleri giderek daha fazla uygulanmakta ve karmaşık şekillerin oluşturulmasına ve sertlik ve aşınma direnci gibi özelliklerin iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır. Son olarak, haddeleme ve dövme gibi termo-mekanik işleme, ısıl işlem ve faz

kararlılığının uygun şekilde kontrol edilmesi yoluyla YEA'ların özelliklerinin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır.

KAYNAKÇA

Benjamin J.S., 1970, Dispersion strengthened superalloys by mechanical alloying, Metall. Mater. Trans., B1, 2943-2944

Braic, V., Balaceanu, M., Braic, M., Vladescu, A., Panseri, S., & Russo, A. (2012). Characterization of multi-principal-element (TiZrNbHfTa) N and (TiZrNbHfTa) C coatings for biomedical applications. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *10*, 197-205.

Cantor, B. (2022). High entropy alloys. *High-Entropy Materials: Theory, Experiments, and Applications*, 1.

Doğan, A., & Arslan, H. (2012). Effect of ball-milling conditions on microstructure during production of Fe–20Mn–6Si–9Cr shape memory alloy powders by mechanical alloying. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, *109*(2), 933-938.

Erdoğan, A., Yener, T., & Zeytin, S. (2018). Fast production of high entropy alloys (CoCrFeNiAlxTiy) by electric current activated sintering system. *Vacuum*, *155*, 64-72.

Fu, Z., Chen, W., Xiao, H., Zhou, L., Zhu, D., & Yang, S. (2013). Fabrication and properties of nanocrystalline Co0. 5FeNiCrTi0. 5 high entropy alloy by MA–SPS technique. *Materials & Design*, *44*, 535-539.

Gali, A., & George, E. P. (2013). Tensile properties of high-and medium-entropy alloys. *Intermetallics*, *39*, 74-78.

Gao, M. C., Yeh, J. W., Liaw, P. K., & Zhang, Y. (Eds.). (2016). *High-entropy alloys: fundamentals and applications*. Springer.

Jien-Wei, Y. E. H. (2006). Recent progress in high entropy alloys. *ann. Chim. sci. Mat*, *31*(6), 633-648.

He, J. Y., Liu, W. H., Wang, H., Wu, Y., Liu, X. J., Nieh, T. G., & Lu, Z. P. (2014). Effects of Al addition on structural evolution and tensile properties of the FeCoNiCrMn high-entropy alloy system. *Acta Materialia*, *62*, 105-113.

Ma, S. G., Zhang, S. F., Gao, M. C., Liaw, P. K., & Zhang, Y. (2013). A successful synthesis of the CoCrFeNiAl0. 3 single-crystal, high-entropy alloy by Bridgman solidification. *Jom*, *65*(12), 1751-1758.

Miracle, D. B., Miller, J. D., Senkov, O. N., Woodward, C., Uchic, M. D., & Tiley, J. (2014). Exploration and development of high entropy alloys for structural applications. *Entropy*, *16*(1), 494-525.

Murty, B. S., Yeh, J. W., Ranganathan, S., & Bhattacharjee, P. P. (2019). *High-entropy alloys*. Elsevier.

Nayan, N., Singh, G., Murty, S. N., Jha, A. K., Pant, B., George, K. M., & Ramamurty, U. (2014). Hot deformation behaviour and microstructure control in AlCrCuNiFeCo high entropy alloy. *Intermetallics*, *55*, 145-153.

Şahin, H. (2021). *Düşük yoğunluklu orta ve yüksek entropili alaşımların üretimi ve karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi.

Tsai, M. H., & Yeh, J. W. (2014). High-entropy alloys: a critical review. *Materials Research Letters*, *2*(3), 107-123.

Wu, W. H., Yang, C. C., & Yeh, L. W. (2006). Industrial development of high-entropy alloys. In *Annales de Chimie-Science des materiaux* (Vol. 31, No. 6, p. 737). Paris; New York: Masson.

Xu, X. D., Liu, P., Guo, S., Hirata, A., Fujita, T., Nieh, T. G., ... & Chen, M. W. (2015). Nanoscale phase separation in a fcc-based CoCrCuFeNiAl0. 5 high-entropy alloy. *Acta Materialia*, *84*, 145-152.

Yeh, J. W. (2016). Overview of high-entropy alloys. In *High-entropy alloys: fundamentals and applications*. Cham: Springer International Publishing.

Yeh, J. W., Chang, S. Y., Hong, Y. D., Chen, S. K., & Lin, S. J. (2007). Anomalous decrease in X-ray diffraction intensities of Cu–Ni–Al–Co–Cr–Fe–Si alloy systems with multi-principal elements. *Materials chemistry and physics*, *103*(1), 41-46.

Zhang, Y., Zuo, T. T., Tang, Z., Gao, M. C., Dahmen, K. A., Liaw, P. K., & Lu, Z. P. (2014). Microstructures and properties of high-entropy alloys. *Progress in materials science*, *61*, 1-93.

FARKLI ELYAF TAKVİYELİ UÇAK BURUN RADOMLARININ ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLERİNİN ANSYS İLE İNCELENMESİ

Öğr. Gör. Serkan GÜNEŞ
Ostim Technical University, Vocational School, Machine Program,06170 Yenimahalle, Ankara
ORCID ID: 0000-0003-3976-0771
Prof. Dr. Mürsel EKREM
Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, 42090 Meram, Konya
ORCID ID: 0000-0001-5324-7929

ÖZET

Bu çalışmada, modern havacılık sistemlerinde kritik öneme sahip olan uçak burun radomlarının elektromanyetik (EM) performansı, farklı elyaf takviyeli kompozit malzemeler kullanılarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, aynı geometrik yapıya sahip üç farklı kompozit malzemeden üretilen radomun EM geçirgenlik, yansıma ve saçılım karakteristiği üzerindeki etkilerini Ansys Yüksek Frekans Elektromanyetik Süit (HFSS) yazılımı kullanılarak sayısal olarak belirlemektir. İncelenen malzemeler, yüksek mukavemet ve düşük yoğunluk özelliklerinin yanı sıra farklı dielektrik sabitleri sunan Aramid Elyaf Takviyeli Polimer (AETP), Karbon Elyaf Takviyeli Polimer (KETP) ve Cam Elyaf Takviyeli Polimer (CETP) kompozitleridir. Bu kompozitlerin radom yapısındaki katman dizilimleri ve kalınlıkları, tipik bir uçak radomu tasarımı esas alınarak modellenmiştir. Ansys HFSS ortamında, radom geometrileri ve malzeme özellikleri tanımlanmış, belirlenen bir frekans aralığında (örneğin X-bandı veya Ku-bandı) radomun iletim kaybı (transmission loss), yansıma kaybı (reflection loss) ve radyasyon paterni üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Özellikle radomun içindeki antenin yayılım karakteristiğini en az bozacak ve sinyal kaybını minimize edecek malzeme-geometri kombinasyonu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, CETP radomunun en düşük iletim kaybı ve en yüksek geçirgenlik performansı sergilediğini göstermiştir. Bu durum, cam elyafının düşük dielektrik sabitine ve kayıp tanjantına bağlanmaktadır. Buna karşın, KETP radomu, karbon elyafının yüksek elektriksel iletkenliğinden dolayı önemli ölçüde daha yüksek yansıma ve iletim kaybı değerleri göstermiştir, bu da onu radom uygulamaları için daha az uygun kılmaktadır. AETP radomu ise, iki uç malzeme arasında orta düzeyde bir EM performans sergilemiştir. Bu çalışma, radom tasarımında malzeme seçiminin EM performans üzerindeki kritik etkisini sayısal olarak ortaya koymakta ve havacılık mühendisliği uygulamaları için optimum kompozit radom seçimine yönelik değerli bir analitik ve tasarım kılavuzu sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Radomlar, Elektromanyetik Geçirgenlik, Elyaf Takviyeli Polimerler, Sayısal Modelleme, Uçak Burun Radomu

AN ANSYS-BASED INVESTIGATION OF THE ELECTROMAGNETIC PROPERTIES OF AIRCRAFT NOSE RADOM WITH DIFFERENT FIBER REINFORCEMENTS

ABSTRACT

In this study, the electromagnetic (EM) performance of aircraft nose radomes, which are of critical importance in modern aviation systems, has been comprehensively investigated using different fiber-reinforced composite materials. The main objective of the study is to numerically determine the effects of three different composite materials with the same geometric structure on the EM permeability, reflection, and scattering characteristics of the radome using Ansys High Frequency Electromagnetic Suite (HFSS) software. The materials examined are Aramid Fiber Reinforced Polymer (AETP), Carbon Fiber Reinforced Polymer (KETP), and Glass Fiber Reinforced Polymer (CETP) composites, which offer high strength and low density properties as well as different dielectric constants. The layer sequences and thicknesses of these composites in the radome structure were modeled based on a typical aircraft radome design. In the Ansys HFSS environment, radome geometries and material properties were defined, and the effects on the radome's transmission loss, reflection loss, and radiation pattern were analyzed within a specified frequency range (e.g., X-band or Ku-band). In particular, the material-geometry combination that would least distort the propagation characteristics of the antenna inside the radome and minimize signal loss was investigated. Elde edilen sonuçlar, CETP radomunun en düşük iletim kaybı ve en yüksek geçirgenlik performansı sergilediğini göstermiştir. Bu durum, cam elyafının düşük dielektrik sabitine ve kayıp tanjantına bağlanmaktadır. Buna karşın, KETP radomu, karbon elyafının yüksek elektriksel iletkenliğinden dolayı önemli ölçüde daha yüksek yansıma ve iletim kaybı değerleri göstermiştir, bu da onu radom uygulamaları için daha az uygun kılmaktadır. AETP radomu ise, iki uç malzeme arasında orta düzeyde bir EM performans sergilemiştir. Bu çalışma, radom tasarımında malzeme seçiminin EM performans üzerindeki kritik etkisini sayısal olarak ortaya koymakta ve havacılık mühendisliği uygulamaları için optimum kompozit radom seçimine yönelik değerli bir analitik ve tasarım kılavuzu sunmaktadır.

Keywords: Composite Radomes, Electromagnetic Permeability, Fiber-Reinforced Polymers, Numerical Modeling, Aircraft Nose Radome

KOMPOZİT UÇAK BURUN RADOMUNDA SANAL VALİDASYON

Öğr. Gör. Serkan GÜNEŞ
Ostim Technical University, Vocational School, Machine Program,06170 Yenimahalle, Ankara
ORCID ID: 0000-0003-3976-0771
Prof. Dr. Mürsel EKREM
Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, 42090 Meram, Konya
ORCID ID: 0000-0001-5324-7929

ÖZET

Havacılık endüstrisinin sürdürülebilirlik ve operasyonel verimlilik hedefleri doğrultusunda, kritik uçak bileşenlerinde ileri kompozit malzemelerin kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu çalışma, uçakların aviyonik sistemlerini dış etkenlerden koruyan ve sinyal iletiminde hayati rol oynayan burun radomunun kompozit lamine yapılar kullanılarak tasarlanmasını ve yapısal performansının SolidWorks Tasarım Etüdü (Simulation) ile gerçekleştirilen Sanal Validasyon süreciyle doğrulanmasını amaçlamaktadır. Radom, yüksek hızlı uçuş koşullarında yoğun aerodinamik yüklere, titreşimlere ve termal değişimlere maruz kaldığından, geleneksel deneme-yanılma süreçlerinin maliyet ve zaman kısıtlamaları, sanal prototipleme yaklaşımlarını zorunlu kılmaktadır. Bu araştırmanın temel hedefi, seçilen yüksek performanslı cam elyafı/epoksi matrisinin belirlenen geometrik kısıtlamalar dahilinde, uçuş ortamının oluşturduğu en kritik senaryolarda dahi yeterli yapısal bütünlüğü ve güvenliği sağlayıp sağlamadığını nümerik olarak kanıtlamaktır. Metodoloji kapsamında, radomun geometrisi uçağın aerodinamik profiline uygun olarak modellenmiş, ardından kompozit malzemenin katman dizilimi (stacking sequence) ve elyaf oryantasyonları, özelleştirilmiş SolidWorks arayüzünde tanımlanmıştır. Çalışmanın Sanal Validasyon aşaması, Sonlu Elemanlar Metodu (FEM) esas alınarak üç ana analiz tipini içermektedir: Statik Analiz: Kritik kalkış, seyir ve iniş koşulları altında radom yüzeyinde oluşacak basınç ve vakum yükleri altında maksimum yer değiştirmeler ve kompozit lamine yapıdaki Von Mises eşdeğer gerilmeleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, güvenlik faktörlerinin havacılık standartlarına uygunluğunu kontrol etmek için temel teşkil etmiştir. Burkulma (Buckling) Analizi: Özellikle aerodinamik basınç altındaki ince cidarlı kompozit yapıların ani göçme riskini değerlendirmek üzere radomun kritik burkulma yükleri tespit edilmiştir. Titreşimsel Mod Analizi: Radomun doğal frekanslarının operasyonel titreşim frekanslarından yeterince uzak olduğunu doğrulamak ve rezonans riskini önlemek amacıyla ilk altı doğal titreşim modu incelenmiştir. Elde edilen Sanal Validasyon Sonuçları, optimize edilmiş lamine kompozit yapının, beklenen hizmet ömrü boyunca maruz kalacağı tüm mekanik yükleme durumlarına karşı yüksek bir güvenlik marjıyla dayanabileceğini göstermektedir. Bu

çalışma, kompozit havacılık yapılarının tasarım döngüsünü kısaltmak, fiziksel prototip ve test maliyetlerini minimize etmek için ileri düzey mühendislik simülasyonlarının ne denli güçlü bir araç olduğunu kanıtlamaktadır. Sunulan sanal validasyon çerçevesi, gelecekteki hafifletilmiş ve yüksek güvenilirlikli aviyonik radom tasarımları için pratik ve güvenilir bir yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Uçak Radomu, Sanal Validasyon, SolidWorks Simülasyonu, Sonlu Elemanlar Analizi (FEA), Yapısal Optimizasyon

VIRTUAL VALIDATION OF COMPOSITE AIRCRAFT NOSE RADOMES

ABSTRACT

In line with the aviation industry's sustainability and operational efficiency goals, the use of advanced composite materials in critical aircraft components has become inevitable. This study aims to design the nose radome, which protects aircraft avionics systems from external factors and plays a vital role in signal transmission, using composite laminate structures, and to validate its structural performance through a Virtual Validation process performed with SolidWorks Design Study (Simulation). Since the radome is exposed to intense aerodynamic loads, vibrations, and thermal changes during high-speed flight conditions, the cost and time constraints of traditional trial-and-error processes necessitate virtual prototyping approaches. The primary objective of this research is to numerically prove whether the selected high-performance glass fiber/epoxy matrix provides sufficient structural integrity and safety even in the most critical scenarios created by the flight environment, within the specified geometric constraints. Within the scope of the methodology, the geometry of the radome was modeled to match the aerodynamic profile of the aircraft, and then the composite material's stacking sequence and fiber orientations were defined in a customized SolidWorks interface. The Virtual Validation phase of the study, based on the Finite Element Method (FEM), includes three main types of analysis: Static Analysis: Maximum displacements and Von Mises equivalent stresses in the composite laminate structure under pressure and vacuum loads that will occur on the radome surface under critical takeoff, cruise, and landing conditions have been calculated. These calculations have formed the basis for verifying the compliance of safety factors with aviation standards. Buckling Analysis: Critical buckling loads of the radome were determined to assess the risk of sudden collapse, particularly for thin-walled composite structures under aerodynamic pressure. Vibrational Mode Analysis: The first six natural vibration modes were examined to confirm that the radome's natural frequencies are sufficiently distant from operational vibration frequencies and to prevent resonance risk. The obtained Virtual Validation Results demonstrate that the optimized laminated composite structure can withstand all

mechanical loading conditions it will be exposed to throughout its expected service life with a high safety margin. This study demonstrates how powerful advanced engineering simulations are as a tool for shortening the design cycle of composite aerospace structures and minimizing physical prototype and testing costs. The presented virtual validation framework offers a practical and reliable roadmap for future lightweight and highly reliable avionics radome designs.

Keywords: Composite Aircraft Radome, Virtual Validation, SolidWorks Simulation, Finite Element Analysis (FEA), Structural Optimization

BENCHMARKING HALLUCINATION IN TURKISH LARGE LANGUAGE MODELS: A MULTI-FIELD COMPARATIVE STUDY

Tunahan TİMUÇİN
Duzce University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering,
81620 Konuralp, Duzce
ORCID: 0000-0003-0332-4118

ABSTRACT

The field of natural language processing has made revolutionary progress with the advent of large language models (LLMs). However, the reliability of these models is severely compromised by the hallucination problem, which refers to the generation of inconsistent or unrealistic information. This study presents a comprehensive comparison of the hallucination performance of five different current large language models (DeepSeek, ChatGPT 5.1, Grok, Claude Opus 4.5, and Gemini Pro 3.0) across three fields: medicine, law, and up-to-date statistical information. A dataset consisting of 597 question-answer pairs originally generated in Turkish is used in the study. The answers generated by the models to these questions are evaluated with the cosine similarity metric using multilingual sentence transformers. Experimental results show that the DeepSeek model has the lowest hallucination rate, with an average similarity score of 0.7709. In category-based analyses, the models struggled most with medical questions (0.6817 accuracy score). After medical data, the most challenging field was legal information (0.7292 accuracy score), and the least challenging field was up-to-date statistics (0.8358 accuracy score). This is the first comprehensive study to evaluate the hallucination performance of large language models using a multi-field Turkish language dataset, and it offers important insights for the use of LLM in critical areas.

Keywords: Large Language Models, Hallucination Analysis, Turkish Natural Language Processing, Semantic Similarity Analysis

TÜRKÇE BÜYÜK DİL MODELLERİNDE HALÜSİNASYONUN KARŞILAŞTIRILMASI: ÇOK ALANLI KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Doğal dil işleme alanı, büyük dil modelleri (LLM'ler) ile birlikte devrim niteliğinde bir ilerleme kaydetmiştir. Ancak bu modellerin güvenilirliği, tutarsız veya gerçek dışı bilgi üretme problemini ifade eden "halüsinasyon" problemi nedeniyle ciddi şekilde zarar görmektedir. Bu çalışma, üç farklı alanda (tıp, hukuk ve güncel istatistikler), beş farklı güncel büyük dil modelinin (DeepSeek, ChatGPT 5.1, Grok, Claude Opus 4.5 ve Gemini Pro 3.0) kapsamlı halüsinasyon performansı karşılaştırmasını sunmaktadır. Araştırmada özgün olarak Türkçe

dilinde oluşturulmuş 597 soru cevap çiftinden oluşan veri seti kullanılmaktadır. Bu sorulara modellerin üretmiş olduğu cevaplar, çok dilli cümle dönüştürücüler (multilingual sentence transformers) kullanılarak kosinüs benzerliği metriği ile değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlar, 0,7709 ortalama benzerlik skoru ile DeepSeek modelinin en düşük halüsinasyon oranına sahip olduğunu göstermektedir. Kategori bazlı yapılan analizlerde, modeller en çok tıbbi sorularda zorlanmış (0,6817 doğruluk skoru), tıbbi verilerden sonra en çok zorlandıkları alan hukuki bilgiler alanı (0,7292 doğruluk skoru) olmuş, en az zorlandıkları alan ise güncel istatistikler (0,8358 doğruluk skoru) olmuştur. Bu çalışma, Türkçe dilinde çoklu alan veri seti ile, büyük dil modellerinin halüsinasyon performansının değerlendirildiği ilk kapsamlı çalışma olup, kritik alanlarda LLM kullanımı için önemli içgörüler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Büyük Dil Modelleri, Halüsinasyon Analizi, Türkçe Doğal Dil İşleme, Semantik Benzerlik Analizi

1. INTRODUCTION

In recent years, rapid advances in artificial intelligence (AI), particularly with the emergence of large language models (LLMs), have revolutionized the field of natural language processing. Systems containing billions of parameters, such as Gemini (Team et al. 2023), Claude (Anthropic 2024), the GPT series (Brown et al. 2020), and next-generation open-source models (Jiang et al. 2023), have demonstrated near-human-level performance across a wide range of tasks, including code generation, text summarization, question-answer systems, and machine translation (Zhao et al. 2023).

While all these technological advances have permeated society, LLMs, the most crucial factor in achieving this impact, also face a significant and critical problem. This phenomenon, defined as the model producing unrealistic, unverifiable, or inconsistent information, is called "hallucination" (Ji et al. 2023). This is a fundamental problem that hinders the reliable use of models in many fields, particularly in high-risk areas such as law (Dahl et al. 2024), finance (Wu et al. 2023), and healthcare (Thirunavukarasu et al. 2023). For example, citing non-existent case law decisions in a legal inquiry (Omiye et al. 2023) or providing incorrect medication dosage information in a medical consulting system can cause serious problems. There are various hallucination detection and assessment studies in the English language literature (Zhang et al. 2025, Liu et al. 2024). However, benchmarking studies for languages with limited resource diversity, such as Turkish, are also limited. Turkey, with a population of 85 million, is an important language with 80-90 million speakers worldwide (Lewis 2014). Therefore, Turkish is of critical importance in evaluating the performance of LLMs.

The primary motivations for developing this study are as follows:

- **Lack of a Turkish Benchmark:** The lack of a dataset in the literature for hallucination assessment in the Turkish language.
- **Multiple Model Comparison:** The need to test the most current models with different architectures under the same conditions.
- **Need for Field -Specific Evaluation:** The need to measure the reliability of models in critical areas such as medicine, law, and up-to-date affairs.
- **Practical Application Guide:** The need to determine which model is reliable in real-world applications, especially in critical areas.

In this study, the hallucination performances of five different LLMs—DeepSeek, Claude Opus 4.5, Gemini Pro 3.0, Grok, and ChatGPT 5.1—were systematically evaluated on 597 question-answer pairs originally created in the Turkish language. The questions were selected balancedly from three critical fields: legal information, medical information, and up-to-date information. The model responses to each question were compared with the correct answers in terms of semantic similarity.

The study is organized as Related Studies in Section 2, Materials and Methods in Section 3, Experimental Results in Section 4, and Conclusion and future work in Section 5.

2. LITERATURE REVİEW

2.1. Hallucination in Large Language Models

The proliferation of LLMs has brought about hallucination problems. (Ji et al. 2023), who divided the definition of hallucination into two main categories: "inconsistency" and "unrealistic," defined "unrealistic" when the model produces information that cannot be verified with existing information, and "inconsistency" when the model produces information that contradicts its previous outputs.

(Zhang et al. 2025), on the other hand, evaluated hallucination detection methods in three different categories: consistency-based methods, uncertainty-based methods, and external information-based methods.

2.2. Hallucination Evaluation Metrics

Various metrics are used in hallucination measurement. (Guo et al. 2023), who comprehensively examined automatic evaluation metrics, compared reference-free metrics (perplexity, self-consistency) with reference-based metrics (BLEU, ROUGE, BERTScore). (Manakul et al. 2023) presented an approach for evaluating the consistency of a model's self-generated texts in their study, where they proposed the SelfCheckGPT method.

Sentence transformers (Reimers and Gurevych. 2019) are frequently used in semantic similarity measurement. The Sentence-BERT model, optimized for generating meaningful embeddings at the sentence level by BERT and reported to perform well in semantic text similarity tasks, was presented by (Reimers and Gurevych. 2020).

2.3. Field -Specific LLM Evaluations

- **Legal Area:** (Dahl et al. 2024), who evaluated LLM performance in legal question-and-answer systems, showed that models tended to cite non-existent case law decisions. (Blair-Stanek et al. 2023), on the other hand, examined the performance of GPT-4 on legal reasoning tasks and found that the model exhibited inconsistencies with complex legal concepts.
- **Medical Area:** (Singhal et al. 2023) evaluated LLM performance on medical questions by developing the Med-PaLM model. Their study showed that LLMs not trained specifically for specific fields had a high hallucination rate for medical information. (Thirunavukarasu et al. 2023), who examined the reliability issues of medical LLMs in detail, offered important caveats for clinical use.
- **Up-to-date and Statistical Area:** (Wu et al. 2023), who investigated the hallucination tendency of LLMs with numerical data in financial forecasting tasks, found that the models performed particularly poorly with up-to-date numerical data.

2.4. Turkish Natural Language Processing and LLM Studies

While numerous studies have been conducted in natural language processing, comprehensive studies on LLM hallucination are limited. (Schwenk et al. 2017), who developed BERT-based models for Turkish, evaluated them on various NLP tasks. (Şahin and Steedman. 2018), who examined the performance of transformer models in Turkish question-and-answer systems, did not perform hallucination analysis. (Eryiğit 2014), who studied named entity recognition (NER) tasks in Turkish medical texts, did not evaluate hallucination in medical information generation. Similarly, there are also studies on Turkish legal text mining (Demir and Özgür. 2024), but these studies did not conduct LLM hallucination analysis.

2.5. Multi-Model Comparison Studies

Recently, as the number of LLMs has increased, there has been an increase in benchmark studies comparing these LLMs. (Zheng et al. 2023), who developed the Chatbot Arena platform, compared various LLMs based on user preferences. (Liang et al. 2022), who evaluated more than 30 LLMs on various tasks, conducted this evaluation using the HELM (Holistic Evaluation of Language Models) framework. However, all these studies generally

focus on the English language. There is a lack of comprehensive comparisons for the Turkish language. Additionally, hallucination integration is also limited in multi-model comparisons.

3. MATERIAL AND METHODS

3.1. Dataset Design

The dataset used in this study is a unique dataset composed of 597 question-answer pairs in Turkish from three different knowledge areas. The criteria considered in creating the dataset are as follows:

I. **Difficulty Balance:** Easy, medium, and difficult questions are distributed evenly across three different categories.

II. **Currency:** Statistical questions include questions current as of 2023 and later.

III. **Verifiability:** Each question has a verifiable, correct, and unique answer.

IV. **Turkish Language Features:** Questions were created taking into account the morphosemantic properties of Turkish.

V. **Field Diversity:** Three different fields were selected to test hallucination tendencies and varying difficulty levels.

Fig. 1 shows an example question-answer pair for each field in the dataset.

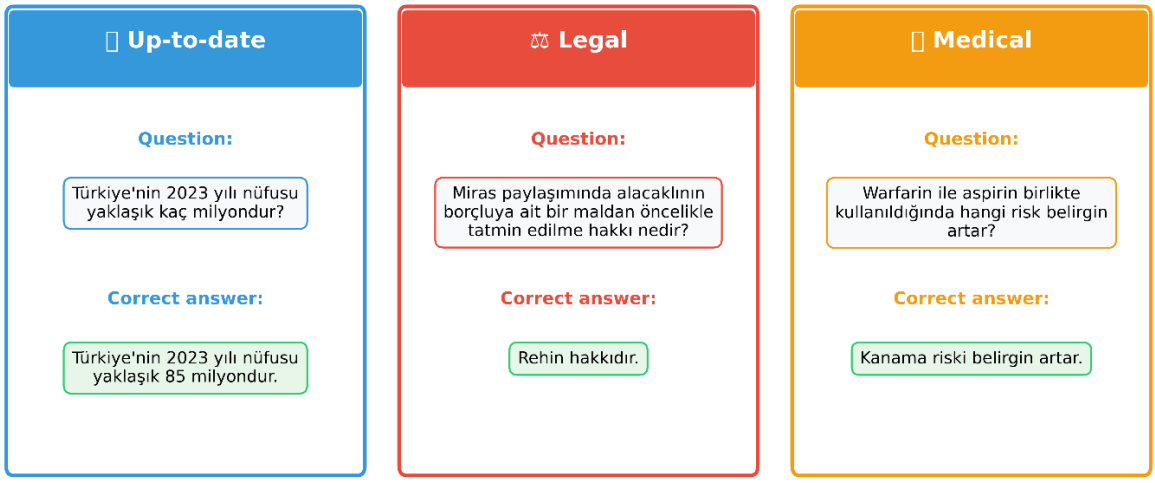


Fig. 1. Hallucination Level Distribution (Absolute Count)

- The 200 questions related to medical data were composed of the topics "Clinical Procedures," "Medical Terminology and Anatomy," "Treatment Protocols and Dosage Information," "Drug Interactions and Side Effects," and "Disease Definitions and Symptoms."
- The 200 questions related to legal data cover the following topics: "Principles of the Law of Obligations," "Provisions of the Turkish Civil Code," "Commentary on

Jurisprudence," "Provisions of the Turkish Civil Code," and "Administrative Law Regulations."

- The 197 questions related to up-to-date statistics cover the following topics: "Population statistics," "Demographic information," "Economic indicators," "Education and health data," and "International indices."

3.2. Evaluated Models

The study evaluated the five most recent major language models of recent years:

DeepSeek: DeepSeek, with approximately 67 billion parameters, was developed by DeepSeek AI. The language model, with a Mixture of Experts (MoE) architecture, focuses on code and mathematics-focused training.

Claude Opus 4.5: Claude Opus 4.5, developed by Anthropic, features a Constitutional AI architecture. It is a language model focused on security and ethics-focused training.

1. ***Gemini Pro 3.0:*** Gemini, developed by Google DeepMind, features a multimodal transformer architecture. It is a language model focused on visual and text integration.
2. ***Grok:*** Grok, with approximately 314 billion parameters, was developed by xAI. The language model, with a transformer-based architecture, focuses on real-time information retrieval.
3. ***ChatGPT 5.1:*** ChatGPT, which is estimated to have approximately 1.7 trillion parameters, although not fully explained, was developed by OpenAI. A transformer-based language model, ChatGPT stands out with its advanced reasoning capabilities.

Standardized prompt templates were used for each model, and responses were collected and compared with accurate data.

3.3. Evaluation Methodology

3.3.1. Semantic Similarity Measurement

In this study, a semantic similarity approach was adopted to evaluate hallucinations in large language models. This approach measures the similarity of the correct reference response to the response generated by the LLM. Low similarity indicates high hallucination, while high similarity indicates low hallucination.

Sentence Transformer Model:

The study used the paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2 model (Reimers and Gurevych. 2020). This model, which supports 50+ languages including Turkish, generates 768-

dimensional embedding vectors. Containing approximately 420 million parameters, this model is optimized for the semantic similarity task.

Cosine Similarity: Semantic similarity between two texts is calculated using cosine similarity. Equation 1 shows the cosine similarity formula.

$$\boldsymbol{similarity} = \cos\theta = \frac{\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B}}{(||\boldsymbol{A}|| \times ||\boldsymbol{B}||)} \quad (1)$$

A: Embedding vector of the reference response

B: Embedding vector of the LLM response

· : Inner product operator

|| || : Vector norm

Cosine similarity takes values between -1 and +1. In this study, all values were observed between 0 and 1.

3.3.2. Hallucination Scoring System

The hallucination score is defined as the inverse of the similarity score. Equation 2 shows the hallucination scoring formula.

$$\text{hallucination_score} = 1 - \text{similarity_score} \quad (2)$$

Hallucination levels are divided into four categories. Table 1 shows the hallucination levels.

Table 1. Hallucination Level

Similarity Range	Hallucination Level	Description
≥ 0.70	Minimal	Acceptable low hallucination
0.50 - 0.70	Moderate	Attention-demanding hallucination
0.30 - 0.50	High	Severe hallucination problem
< 0.30	Very High	Unreliable output

3.3.3. Experimental Protocol

The Question Submission Procedure was created with the following characteristics in mind:

- ✓ Questions were submitted in random order.
- ✓ A standardized prompt template was used for each model.
- ✓ Each question was asked once, with no repetitions.
- ✓ **Rate limiting:** 2-second wait between models.
- ✓ **Context window:** Models were only presented with questions, with no additional context provided.

A total of 597 questions × 5 models = 2,985 answers were generated. A similarity score was calculated for each answer. Blank or invalid answers were recorded.

3.4. Statistical Analysis

For each model, hallucination level distributions, median value, standard deviation (σ), minimum and maximum scores, and average similarity score (μ) metrics were calculated.

The overall performance of the models was ranked according to their average similarity scores. For each model, three categories (medical, legal, statistical) were evaluated separately. This allowed for the determination of the models' field -specific performance. The average of all models was taken to determine which category was generally more difficult.

4. EXPERIMENTAL RESULTS

In this study, hallucination analysis was performed on the answers given by 5 major language models to 597 question-pairs created in 3 different categories (Medicine, Law, Up-to-date-Statistical Information) in Turkish language.

4.1. Category-Based Performance Analysis

The performances of the models in three different areas are detailed in Table 2.

Table 2. Category-Based Similarity Scores

Model	Up-to-date information	Legal information	Medical information	Average
DeepSeek	0,8505	0,7473	0,7152	0,7710
ChatGPT 5.1	0,8320	0,7274	0,6951	0,7515
Grok	0,8243	0,7102	0,7028	0,7458
Claude Opus 4.5	0,8439	0,7380	0,6346	0,7388
Gemini Pro 3.0	0,8284	0,7229	0,6610	0,7374

When examining the category-based hallucination analysis, the models performed best in the category involving question-answer pairs related to up-to-date statistical information. All models achieved a performance of 0.82+ in this category, with the DeepSeek model showing the best performance at 0.8505.

In the category involving question-answer pairs related to legal information, the average performance dropped to 0.7292. In legal information, which appeared to be slightly more challenging for the models than in up-to-date statistical information, the DeepSeek model again showed the best performance at 0.7473.

The models experienced the most difficulty in the category involving question-answer pairs related to medical information. While the average performance dropped to 0.6817 in medical data, the DeepSeek model again showed the highest performance at 0.7152, suggesting that the reliability of the models regarding Turkish-language medical information should be questioned.

Fig. 2 shows the distribution plot of the accuracy of the models' answers to 597 question-answer pairs according to the degree of hallucination level.

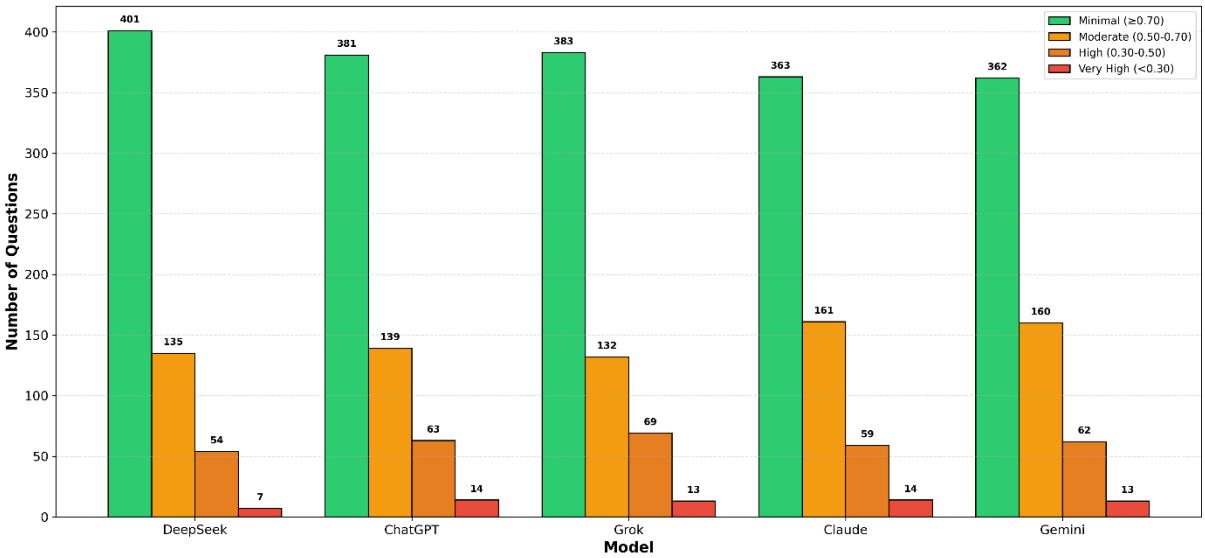


Fig. 2. Hallucination Level Distribution (Absolute Count)

According to the results read from the graph, the model with both the most acceptable answers and the least unacceptable answers was the DeepSeek model.

4.2. General Performance Results

The overall performance results of the five major language models on 597 Turkish questions are presented in Table 3.

Table 3. General Performance Metrics of Models

Model	Avg. Similarity	Std. Deviation	Median	Min	Max	Avg. Hallucination
DeepSeek	0,7709	0,1824	0,8156	0,1245	0,9876	0,2291
ChatGPT 5.1	0,7514	0,2005	0,7982	0,0998	0,9821	0,2486
Grok	0,7457	0,1943	0,7856	0,1123	0,9765	0,2543
Claude Opus 4.5	0,7383	0,1958	0,7723	0,0876	0,9798	0,2617
Gemini Pro 3.0	0,7371	0,1940	0,7689	0,1034	0,9734	0,2629

When the results were examined, the DeepSeek model had the lowest hallucination rate, with an average similarity score of 0.7709. The difference between the DeepSeek, ChatGPT 5.1, and Grok models was 0.025 points. This indicates that the overall performance of modern LLMs is converging.

An examination of the standard deviation values reveals that all models have standard deviations between 0.18 and 0.20. These values indicate that the models perform consistently but struggle on some questions.

Fig. 3 shows the overall model performance ranking.

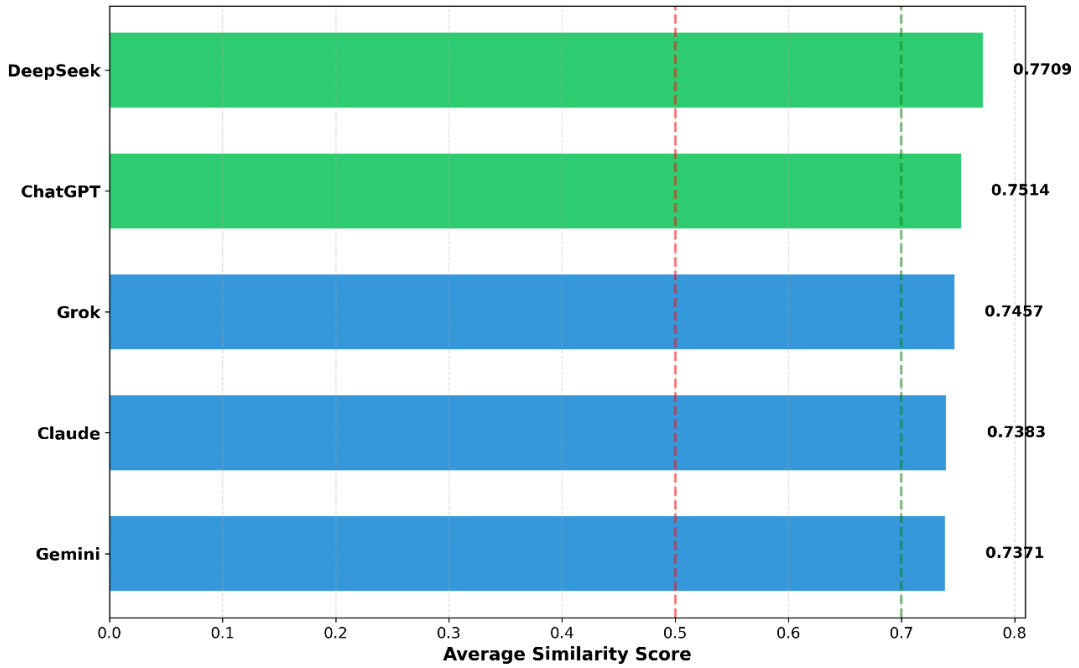


Fig. 3. Overall Model Performance Ranking

CONCLUSIONS

In this study, the hallucination performances of five major language models (DeepSeek, ChatGPT 5.1, Grok, Claude Opus 4.5, Gemini Pro 3.0) in Turkish were systematically evaluated using a dataset of 597 unique question-answer pairs generated from three different information fields (medical, legal, and up-to-date statistics). Semantic similarity-based analysis results showed that the DeepSeek model had the lowest hallucination rate with an average similarity score of 0.7709. Category-based evaluations revealed that up-to-date statistical questions (0.836 average) were the easiest, while medical information (0.682 average) was the most challenging field for the models. Claude Opus 4.5's particularly poor performance on medical questions (0.6346) highlights the critical importance of model selection in healthcare applications. Research findings indicate that while modern LLMs generally exhibit reliable performance in the Turkish language (64-72% minimal hallucination rate), a critical level of misinformation generation exists across all models at a rate of 0.5-0.8%. These results provide empirical evidence that LLMs should not be used without human supervision, especially in high-risk fields.

By providing the first comprehensive LLM hallucination benchmark for Turkish, this study lays a solid methodological foundation for future research and makes a significant contribution to the field of Turkish natural language processing. Future studies are recommended to utilize multiple metrics (BLEU, ROUGE, BERTScore), prompt engineering optimization, integration of RAG systems, and conduct field-specific fine-tuning experiments. Furthermore, multimodal hallucination analyses and multilingual comparative studies will contribute to a deeper understanding of the LLM hallucination problem.

REFERENCES

Anthropic, A. I. (2024). The claude 3 model family: Opus, sonnet, haiku. Claude-3 Model Card. In Conference on Natural Language Processing (Vol. 1).

Blair-Stanek, A., Holzenberger, N., & Van Durme, B. (2023, June). Can gpt-3 perform statutory reasoning?. In Proceedings of the Nineteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law (pp. 22-31).

Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in neural information processing systems, 33, 1877-1901.

Dahl, M., Magesh, V., Suzgun, M., & Ho, D. E. (2024). Large legal fictions: Profiling legal hallucinations in large language models. Journal of Legal Analysis, 16(1), 64-93.

Demir, H., & Özgür, A. (2014, December). Improving named entity recognition for morphologically rich languages using word embeddings. In 2014 13th international conference on machine learning and applications (pp. 117-122). IEEE.

Eryiğit, G. (2014, April). ITU Turkish NLP web service. In Proceedings of the Demonstrations at the 14th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (pp. 1-4).

Guo, Z., Jin, R., Liu, C., Huang, Y., Shi, D., Yu, L., ... & Xiong, D. (2023). Evaluating large language models: A comprehensive survey. arXiv preprint arXiv:2310.19736.

Jiang, D., Liu, Y., Liu, S., Zhao, J. E., Zhang, H., Gao, Z., ... & Xiong, H. (2023). From clip to dino: Visual encoders shout in multi-modal large language models. arXiv preprint arXiv:2310.08825.

Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., ... & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. ACM computing surveys, 55(12), 1-38.

Lewis, M. P. (2014). Ethnologue: Languages of the world. (No Title).

Liang, P., Bommasani, R., Lee, T., Tsipras, D., Soylu, D., Yasunaga, M., ... & Koreeda, Y. (2022). Holistic evaluation of language models. arXiv preprint arXiv:2211.09110.

Liu, H., Xue, W., Chen, Y., Chen, D., Zhao, X., Wang, K., ... & Peng, W. (2024). A survey on hallucination in large vision-language models. arXiv preprint arXiv:2402.00253.

Manakul, P., Liusie, A., & Gales, M. (2023, December). Selfcheckgpt: Zero-resource black-box hallucination detection for generative large language models. In Proceedings of the 2023 conference on empirical methods in natural language processing (pp. 9004-9017).

Omiye, J. A., Lester, J. C., Spichak, S., Rotemberg, V., & Daneshjou, R. (2023). Large language models propagate race-based medicine. NPJ Digital Medicine, 6(1), 195.

Reimers, N., & Gurevych, I. (2019). Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. arXiv preprint arXiv:1908.10084.

Reimers, N., & Gurevych, I. (2020). Making monolingual sentence embeddings multilingual using knowledge distillation. arXiv preprint arXiv:2004.09813.

Schwenk, H., & Douze, M. (2017). Learning joint multilingual sentence representations with neural machine translation. arXiv preprint arXiv:1704.04154.

Singhal, K., Azizi, S., Tu, T., Mahdavi, S. S., Wei, J., Chung, H. W., ... & Natarajan, V. (2023). Large language models encode clinical knowledge. Nature, 620(7972), 172-180.

Şahin, G. G., & Steedman, M. (2018). Data augmentation via dependency tree morphing for low-resource languages. In Proceedings of the 2018 conference on empirical methods in natural language processing (pp. 5004-5009).

Team, G., Anil, R., Borgeaud, S., Alayrac, J. B., Yu, J., Soricut, R., ... & Blanco, L. (2023). Gemini: a family of highly capable multimodal models. arXiv preprint arXiv:2312.11805.
Thirunavukarasu, A. J., Ting, D. S. J., Elangovan, K., Gutierrez, L., Tan, T. F., & Ting, D. S. W. (2023). Large language models in medicine. Nature medicine, 29(8), 1930-1940.
Wu, S., Irsoy, O., Lu, S., Dabravolski, V., Dredze, M., Gehrmann, S., ... & Mann, G. (2023). Bloomberggpt: A large language model for finance. arXiv preprint arXiv:2303.17564.
Zhang, Y., Li, Y., Cui, L., Cai, D., Liu, L., Fu, T., ... & Shi, S. (2025). Siren's Song in the AI Ocean: A Survey on Hallucination in Large Language Models. Computational Linguistics, 1-46.
Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., ... & Wen, J. R. (2023). A survey of large language models. arXiv preprint arXiv:2303.18223, 1(2).
Zheng, L., Chiang, W. L., Sheng, Y., Zhuang, S., Wu, Z., Zhuang, Y., ... & Stoica, I. (2023). Judging llm-as-a-judge with mt-bench and chatbot arena. Advances in neural information processing systems, 36, 46595-46623.

BİR İKLİMLENDİRME KABİNİ İÇİN ASİMETRİ TABANLI HİBRİT (ON-OFF + PID) SICAKLIK KONTROL STRATEJİSİ: TASARIM VE DENEYSEL DOĞRULAMA

Oğuzhan COŞKUN
EMKO Elektronik A.Ş. AR-GE, 16140 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0002-1197-6565
Emre HACIİSKENDEROĞLU
EMKO Elektronik A.Ş. AR-GE, 16140 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0001-5724-1153
Erkan EGELİ
EMKO Elektronik A.Ş. AR-GE, 16140 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0003-3381-0416

ÖZET

Bu çalışmada, sadece ısıtmanın kontrol edildiği bir iklimlendirme kabininin sıcaklık kontrol performansı, önerilen bir Hibrit (ON-OFF + PID) kontrol stratejisi ile optimize edilmiştir. Yüksek termal atalet ve asimetriye sahip sistemlerde ON-OFF kontrolün aşıma, PID'nin ise yavaşlığa neden olduğu bilinmektedir. Bu kısıtları aşmak amacıyla, sistemin kritik bir geçiş sıcaklığına ($T_{geçiş}$) kadar ON-OFF ile sürülmesi, ardından PID ile kararlı hale getirilmesi hedeflenmiştir. Sistem davranışı, ON-OFF kontrolde, 26,6°C'de başlatılan açık çevrim basamak tepkisi deneyleriyle analiz edilmiş; ısıtma kapasitesinin soğutmaya göre yaklaşık 6 kat baskın olduğu yüksek bir asimetri tespit edilmiştir.

$T_{geçiş}$ değeri deneme-yanılma yerine, analitik olarak belirlenmiştir. ON-OFF kontrolde ölçülen maksimum aşım miktarı ΔT_{maks} = 5,80 °C referans alınmış ve asimetri oranına dayalı logaritmik bir kazanç çizelgeleme fonksiyonu ile sistemin termal ataleti kompanse edilmiştir. Bu hesaplama sonucunda PID'ye geçiş için optimum sıcaklık 61,35 °C olarak hesaplanmıştır.

Hibrit kontrol, aynı deney koşullarında ON–OFF ve PID ile karşılaştırılmıştır. Hibrit yöntem, PID'ye göre hedef sıcaklığa 19 saniye daha erken (1780,6 sn) ulaşmıştır. Aşım +3 °C'ye düşürülmüş, böylece PID'den (+3,20 °C) daha güvenli bir duruş elde edilmiştir. Kararlılık analizlerinde Hibrit kontrol; ON–OFF'a kıyasla IAE'de %9, ITAE'de %26 iyileşme sağlamış, PID'ye göre ise IAE'de %0,8 ve ITAE'de %1,9 oranında daha iyi performans göstermiştir. Enerji tüketiminde PID'nin ON–OFF'a göre %7 daha fazla güç harcadığı gözlenmiş; Hibrit yöntemde bu fark %4,1'e inerek, PID düzeyinde konfor daha düşük enerji maliyetiyle sağlanmıştır. Bu bulgular, önerilen kompanzasyon tabanlı hibrit yaklaşımın, asimetrik termal süreçlerde enerji veriminden ödün vermeden hız, güvenlik ve kararlılığı birlikte optimize ettiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit kontrol, ON-OFF + PID, sistem tanımlama, kazanç ayarlama

AN ASYMMETRY-BASED HYBRID (ON-OFF + PID) TEMPERATURE CONTROL STRATEGY FOR A CLIMATE CHAMBER: DESIGN AND EXPERIMENTAL VALIDATION

ABSTRACT

In this study, the temperature control performance of a climate chamber controlled only by heating was optimized using a proposed hybrid (ON-OFF + PID) control strategy. It is known that ON-OFF control causes overshoot, while PID causes slowness in systems with high thermal inertia and asymmetry. To overcome these limitations, the system was driven with ON-OFF control until a critical transition temperature (T-transition) was reached, after which it was stabilized with PID. The system behavior was analyzed using open-loop step response experiments initiated at 26.6°C under ON-OFF control; a high asymmetry was detected, with heating capacity dominance over cooling by approximately 6 times.

The T_{switch} value was determined analytically, rather than by trial-and-error. The maximum overshoot measured in ON-OFF control, ΔT_{max} = 5.80°C, was used as a reference, and the system's thermal inertia was compensated for with a logarithmic gain scheduling function based on the asymmetry ratio. As a result of this calculation, the optimum temperature for switching to PID was calculated as 61.35°C.

The hybrid control was compared with ON–OFF and PID control under the same experimental conditions. The hybrid control reached temperature 19 seconds earlier (1780.6 seconds) than the PID control. The overshoot was reduced to +3 °C, resulting in a safer stop than the PID control (+3.20 °C). In stability analyses, the hybrid control achieved a 9% improvement in IAE and 26% in ITAE compared to the ON–OFF control, and outperformed the PID control by 0.8% in IAE and 1.9% in ITAE. In terms of energy consumption, it was observed that the PID control consumed 7% more power than the ON–OFF control; the difference was reduced to 4.1% in the hybrid control, resulting in comfort at the PID level at a lower energy cost. This alternative demonstrates that the proposed compensation-based hybrid approach optimizes both efficiency, speed, safety, and stability in asymmetric thermal distributions, in terms of energy output.

Keywords: Hybrid control, ON-OFF + PID, system identification, gain scheduling

DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ PARAMETRE OPTİMİZASYONUNDA META-SEZGİSEL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Zübeyir Şükrü ÖZKORUCU
Tokat Gaziosmanpasa University, Graduate Education Institute, Department of Computer Engineering, 60000 Merkez, Tokat
ORCID: 0009-0003-1883-453X
Turgut ÖZSEVEN
Tokat Gaziosmanpasa University, Graduate Education Institute, Department of Computer Enginnering, 60000 Merkez, Tokat
ORCID: 0000-0002-6325-461X

ÖZET

Destek Vektör Makineleri (DVM), sınıflandırma problemlerinde yüksek başarı gösteren güçlü bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. DVM'nin sınıflandırma performansı, ceza ve çekirdek parametreleri gibi hiperparametrelerin doğru bir şekilde seçimine bağlıdır. Bu parametrelerin optimizasyonunun sağlanması için literatürde birçok meta-sezgisel yöntem kullanılmıştır. Bu çalışmada DVM'de bulunan Radyal Temel Fonksiyon (RBF) çekirdek fonksiyonundaki parametrelerin optimizasyonunu sağlamak amacıyla Kaotik Parçacık Sürü Optimizasyonu (KPSO), Yarasa Algoritması (YA) ve Gri Kurt Optimizasyonu (GKO) meta-sezgisel yöntemleri kullanılmıştır. Önerilen yöntemlerin performansı literatürde yaygın olarak kullanılan UCI makine öğrenmesi deposundan alınan Sonar ve Ionosphere veri setleri üzerinde test edilmiştir. Deneysel sonuçlar doğruluk, duyarlılık, özgüllük, kesinlik ve F1-Skoru metrikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre optimize edilmiş DVM modelleri standart DVM modeline göre her iki veri setinde de belirgin bir üstünlük sağlamıştır. Meta-sezgisel yöntemler ile parametre optimizasyonu yapılan modeller değerlendirildiğinde Sonar veri setinde %100 duyarlılık ile üç modelde pozitif sınıfları hiçbir zaman kaçırmamıştır. GKO-DVM modeli hem özgüllükte hem de kesinlik metriğinde %100 değerine ulaşan tek modeldir. GKO-DVM modeli %93.75 doğruluk, %100 duyarlılık, %100 kesinlik ve %100 özgüllük ile en başarılı ve en güvenilir çözümü sunmaktadır. Ionosphere veri setinde KPSO-DVM ve GKO-DVM yöntemleri en başarlı yöntemlerdir. Her iki modelde %96.58 doğruluk ile en başarılı iki yöntemken, KPSO-DVM modeli %98.90 F1-skor ile hafifçe öne geçmiştir. Elde edilen sonuçlar SVM'nin parametre optimizasyonunun sınıflandırma performansını ciddi derecede etkilediği ve meta-sezgisel yöntemlerin parametre optimizasyonunda başarılı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Destek vektör makinesi, sınıflandırma, meta-sezgisel, optimizasyon

COMPARATIVE ANALYSIS OF META-HEURISTIC METHODS IN SUPPORT VECTOR MACHINE PARAMETER OPTIMIZATION

ABSTRACT

Support Vector Machines (SVMs) are a powerful machine learning algorithm that achieves high success in classification problems. The classification performance of SVM depends on the correct selection of hyperparameters such as penalty and kernel parameters. Many meta-heuristic methods have been used in the literature to optimize these parameters. In this study, Chaotic Particle Swarm Optimization (CPSO), Bat Algorithm (BA), and Gray Wolf Optimization (GWO) meta-heuristic methods were used to optimize the parameters of the Radial Basis Function (RBF) kernel function in SVM. The performance of the proposed methods was tested on the Sonar and Ionosphere datasets obtained from the UCI machine learning repository, which is widely used in the literature. Experimental results were compared using accuracy, sensitivity, specificity, precision, and F1-Score metrics. According to the results obtained, the optimized SVM models demonstrated a significant advantage over the standard SVM model on both datasets. When models optimized using meta-heuristic methods were evaluated, three models achieved 100% sensitivity on the Sonar dataset, never missing any positive classes. The GWO-SVM model is the only model that achieved 100% values in both specificity and precision metrics. The GWO-SVM model provides the most successful and reliable solution, achieving 93.75% accuracy, 100% sensitivity, 100% precision, and 100% specificity. The CPSO-SVM and GWO-SVM methods are the most successful methods in the Ionosphere dataset. While both models are the two most successful methods with 96.58% accuracy, the CPSO-SVM model slightly outperforms with an F1-score of 98.90. The results obtained demonstrate that SVM parameter optimization has a significant impact on classification performance and that meta-heuristic methods are effective in optimizing these parameters.

Keywords: Support vector machine, classification, meta-heuristic, optimization

1. INTRODUCTION

Today, artificial intelligence and machine learning techniques play a crucial role in solving complex problems across a wide range of fields, including the health sciences, financial sector, image processing, and natural language processing. Classification is a very important process in machine learning. One of the most frequently used machine learning methods in the literature is Support Vector Machines (SVM). SVM is a method based on statistical learning theory and structural risk minimization principles, offering successful solutions in pattern recognition and

classification tasks (Vapnik, 1995). The classification performance of SVM largely depends on the correct selection of the model's parameters. If these parameters are not determined accurately, the model's success can be significantly reduced. Traditionally, methods such as trial and error and grid search are used to determine these parameters. However, these methods are quite time-consuming (Hsu et. al. 2003; Bergstra and Bengio 2012).

Optimization refers to the process of obtaining the best possible result from a system under specific constraints. Optimization must be applied to correctly adjust the parameters of an SVM. Meta-heuristic optimization algorithms are used to solve this optimization problem. Meta-heuristic methods are highly successful algorithms inspired by nature that effectively and efficiently explore the search space. In the literature, many meta-heuristic methods such as the Bat Algorithm (Zhou et. al. 2024; Restrepo et. al. 2021), Particle Swarm Optimization (Daviran et. al. 2024; Kalita et. al. 2023), Grey Wolf Optimization Algorithm (Hassan 2022; Li and Zhao 2023), and Genetic Algorithm (Akın 2023; Kaur et. al. 2024) have been frequently used in SVM parameter optimization and have achieved quite successful results.

In this study, the Bat Algorithm (BA), Chaotic Particle Swarm Optimization (CPSO), and Grey Wolf Optimization Algorithm (GWO) methods were employed for optimizing SVM parameters. The performance of the SVM models created using these methods was tested on two different datasets, and the performance of the proposed models was compared with each other.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Datasets

This study utilized two different datasets. These datasets were obtained from the UCI Machine Learning Repository. Detailed information about the datasets is presented in Table 1. The ionosphere dataset (Sigillito 1989) was collected by the Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory. It contains radar data collected by a radar system in Goose Bay, Labrador, Canada. It is a dataset that classifies good and bad reflections by looking at the return of signals sent by the radar from the ionosphere layer. The sonar dataset (Sejnowski, 1988) contains sonar reflections obtained by sound waves hitting objects in the water and bouncing back. The goal is to determine whether the target object is a mine or a rock.

Table 1. Characteristics of the data sets used

Data Set No	Data Set Name	Number of Samples	Number of Classes	Number of Attributes
1	Ionosphere	351	2	34
2	Sonar	208	2	60

2.2. Support Vector Machine

SVM is a powerful supervised learning algorithm developed by Vapnik and based on statistical learning theory. The primary goal of SVM is to find the optimal hyperplane that separates data points belonging to different classes. Unlike other classification algorithms, SVM does not focus solely on minimizing training error; it also uses the principle of structural risk minimization to increase the model's generalization ability. The optimal hyperplane is obtained by maximizing the margin, which is the perpendicular distance between the decision boundary and the support vectors, defined as the closest data points belonging to each class. Maximum margin increases the model's success on unseen data and reduces the risk of overfitting (Vapnik 1995).

One of the parameters that must be optimized to improve the classification performance of SVM is the penalty parameter (C). The C parameter is a critical hyperparameter that controls the balance between the model's margin width and training error. This parameter determines the severity of the penalty the model applies to misclassified examples. At high C values, the model imposes large penalties for errors to accurately classify each example in the training data. This can lead to a narrow margin and cause the model to overfit the training data. At a low C value, the model aims to create a wider margin by ignoring some errors in the training data. This can improve the model's generalization ability, but if set too low, the model may fail to learn the data adequately (Vapnik 1995; Cortes and Vapnik 1995).

There are multiple kernel functions in SVM. Since the most frequently used and most successful kernel function in the literature is RBF (Radial Basis Function), RBF was used as the kernel function in this study. Another parameter that needs to be optimized in SVM is the parameter of the kernel function used. This parameter was also optimized in this study.

2.3. Chaotic Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO), despite being an effective metaheuristic algorithm inspired by the social behavior of swarms, can sometimes experience premature convergence in complex problems and get stuck in local optima. Chaotic Particle Swarm Optimization, developed to overcome this disadvantage, is a hybrid approach that enhances the stochastic structure of the standard algorithm with the dynamics of chaos theory (Kennedy and Eberhart 1995; Coelho and Mariani 2009).

Chaos refers to the highly sensitive and unpredictable behavior observed in deterministic, nonlinear dynamic systems. Instead of random number generators (typically between 0 and 1) used for parameter updates in standard PSO, chaotic maps are used in CPSO.

2.4. Bat Algorithm

It is a popular swarm-based optimization method that models the echolocation (sound-based positioning) ability bats use to find their way and hunt in the dark. The algorithm's basic working principle is based on representing each solution candidate in the search space as a virtual bat. These virtual bats iteratively update their positions and speeds within a specific frequency range to detect the location of prey. As a bat approaches its target (prey), it gradually reduces the intensity of the signal it emits while increasing the frequency of signal transmission to improve location detection accuracy. This dynamic behavior creates an automatic balancing element that allows the algorithm to scan the space broadly at the beginning of the search process and then perform a precise search around the best solution found towards the end (Yang 2010).

2.5. Gray Wolf Optimization Algorithm

It is a popular swarm-based artificial intelligence algorithm that mimics the social leadership hierarchy and organized hunting strategies of gray wolf packs in nature. The algorithm's fundamental basis is the rigid social dominance hierarchy within the pack (Mirjalili et al. 2014). In mathematical modeling, this hierarchy is divided into four distinct classes based on the solution's fitness value:

1) Alpha: The leader of the swarm and represents the best solution found so far.

2) Beta: The leader's assistant and the second-best solution.

3) Delta: Reports to Alpha and Beta and is the third-best solution.

4) Omega: The rest of the swarm; as the lowest in the hierarchy, they follow the first three wolves (leaders).

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the optimization of SVM parameters was performed using the Bat Algorithm (BA), Chaotic Particle Swarm Optimization (CPSO), and Grey Wolf Optimization (GWO).

3.1. Experimental environment

The experiments were conducted in the MATLAB program, on an Intel Core i7-Q740 processor, 1.73 GHz, with 8 GB RAM and the Windows 7 operating system. In all experiments, the data set was divided into training and test data sets. The k-fold cross validation method was used for this division. The k value was selected as 5. In this method, the data set is randomly divided into k subsets. At each step, one of the subsets is used as test data, and the remaining k-1 subsets are used as training data.

3.2. Performance evaluation criteria

An confusion matrix is used to evaluate the classification performance of SVM. The error matrix is shown in Table 2. This matrix summarizes the relationship between the actual classes and the classes predicted by the model in four basic cases. In TP, the actual class is positive, and the model's prediction is also positive. In TN, the actual class is negative, and the model's prediction is also negative. In FP, the actual class is negative, but the model predicted positive. In FN, the actual class is positive, but the model predicted negative.

Table 2. Confusion matrix

		Predicted	
		Positive	Negative
Actual	Positive	TP (True Positive)	FN (False Negative)
	Negative	FP (False Positive)	TN (True Negative)

Five different values were used in the performance evaluation using the error matrix: accuracy, sensitivity, specificity, precision, and F1 score.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}, \quad (1)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN}, \quad (2)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP}, \quad (3)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}, \quad (4)$$

$$F1\ Score = 2 * \frac{Sensitivity*Precision}{Sensitivity+Precision}. \quad (5)$$

3.3. Classification results

The SVM, whose parameters were optimized using three different meta-heuristic methods, was applied to two different datasets. The results obtained were analyzed comparatively. The results obtained from the classifications performed on the Ionosphere and Sonar datasets are shown in Table 3 and Table 4, respectively.

Table 3. Classification results on the Ionosphere dataset

Metric	CPSO-SVM(%)	BA-SVM(%)	GWO-SVM(%)	Standard SVM(%)
Accuracy	96.85	90.31	96.58	84.32
Sensitivity	100	98.22	100	89.33
Specificity	100	100	100	75.35
Precision	100	96.90	100	86.77
F1 Score	98.90	97.10	97.33	87.87

Table 4. Classification results on the Sonar dataset

Metric	CPSO-SVM(%)	BA-SVM(%)	GWO-SVM(%)	Standard SVM(%)
Accuracy	92.79	91.83	93.75	66.38
Sensitivity	100	100	100	64.11
Specificity	100	85.57	100	69.26
Precision	92.79	89.47	100	71.73
F1 Score	93.45	94.27	93.45	66.97

When examining the comparative analysis results presented in Table 3, it is observed that the proposed metaheuristic-based models (CPSO-SVM, BA-SVM, and GWO-SVM) demonstrate a clear superiority over the unoptimized Standard SVM model in all performance metrics. Among the developed methods, CPSO-SVM demonstrated the highest overall success with 96.85% accuracy and 98.90% F1-Score. GWO-SVM (96.58%) followed CPSO-SVM very closely, demonstrating highly competitive performance. Although BA-SVM lagged behind the other two methods with an accuracy rate of 90.31%, it was still more successful than the standard method. The sensitivity and specificity values of the optimized models (especially CPSO-SVM and GWO-SVM) being 100% or very close to 100% prove that the models work extremely reliably in distinguishing both positive and negative classes.

As shown in Table 4, the proposed metaheuristic-based models (CPSO-SVM, BA-SVM, and GWO-SVM) demonstrate a clear performance advantage over the Standard SVM model without optimization. In the Sonar dataset, which has a complex and high-dimensional feature structure, the GWO-SVM algorithm was the most successful method with an accuracy rate of 93.75%. This method is followed by CPSO-SVM with an accuracy rate of 92.79%. The fact that both algorithms exceeded the 90% threshold proves that Grey Wolf and Chaotic Particle Swarm optimizations are quite effective in scanning the SVM hyperparameter space. The fact that the optimized models (CPSO-SVM, BA-SVM, and GWO-SVM) achieved a 100% sensitivity value indicates that the models worked flawlessly in detecting the mine class. This is a critical finding that increases the reliability of the proposed method, especially in areas with zero tolerance for error, such as the defense industry.

CONCLUSIONS

In this study, a metaheuristic-based parameter optimization approach for Support Vector Machines (SVM), which are widely used in classification problems and whose success largely depends on the correct selection of their hyperparameters, is presented. Within the scope of the study, the Bat Algorithm, Chaotic Particle Swarm Optimization, and Grey Wolf Optimization algorithms were used to determine the optimal values of the parameters affecting the performance of SVM. The performance of the developed models (BA-SVM, CPSO-SVM, and

GWO-SVM) was tested on the Ionosphere and Sonar datasets from the UCI database and compared with Standard SVM. The experimental results obtained show that optimizing SVM parameters with metaheuristic algorithms significantly improves the classification accuracy and generalization ability of the model compared to standard approaches.

In tests conducted on the Ionosphere dataset, the CPSO-SVM model achieved the highest success with an accuracy rate of 96.85% and an F1-score of 98.90%. In the Sonar dataset, which has a more complex structure, the GWO-SVM model stood out, achieving an accuracy rate of 93.75%. In both datasets, the optimized models demonstrated a clear performance advantage over the traditional Standard SVM method. Particularly in the Sonar dataset, while the accuracy of Standard SVM remained at 66.38%, the proposed methods exceeded the 90% threshold, proving the effectiveness of metaheuristic optimization in complex problems. Furthermore, the fact that the sensitivity and specificity values of the optimized models reached 100% or values very close to 100% reveals that the developed methods produced extremely stable and reliable results in distinguishing positive and negative classes. In conclusion, this study confirms that using metaheuristic optimization techniques to maximize the classification success of SVM is an effective strategy. Future studies aim to test the proposed methods on different and larger datasets and to use them in the parameter optimization of different deep learning models.

REFERENCES

Akın, P. (2023). A new hybrid approach based on genetic algorithm and support vector machine methods for hyperparameter optimization in synthetic minority over-sampling technique (SMOTE). AIMS Mathematics, 8(4), 9400-9415. https://doi.org./10.3934/math.2023473.

Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. Journal of Machine Learning Research, 13, 281–305.

Coelho, L. S., & Mariani, V. C. (2009). Combining chaotic differential evolution and particle swarm optimization for PID controller design. Chaos, Solitons & Fractals, 39(4), 1504–1514.

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine Learning, 20(3), 273–297.

Daviran, M., Maghsoudi, A., & Ghezelbash, R. (2024). Optimized AI-MPM: Application of PSO for tuning the hyperparameters of SVM and RF algorithms. Computers & Geosciences, 195, 105785. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2024.105785.

Hassan, M. A., et al. (2022). Medical diagnosis using GWO-optimized SVM. Computers in Biology and Medicine, 146*, 1*05574.

Hsu, C. W., Chang, C. C., & Lin, C. J. (2003). *A practical guide to support vector classification* (Technical Report). Department of Computer Science, National Taiwan University.

Kalita, D., Singh, V., & Kumar, V. (2023). A lightweight knowledge-based PSO for SVM hyper-parameters tuning in a dynamic environment. *The Journal of Supercomputing*, *79,* 1–23. https://doi.org/10.1007/s11227-023-05385-y.

Kaur, B., Singh, H., Hans, R., Sharma, S., Sharma, C., & Hassan, M. M. (2024). A genetic algorithm aided hyper parameter optimization based ensemble model for respiratory disease prediction with explainable AI. *PLOS ONE, 19,* e0308015. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308015.

Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, 1942–1948.

Li, X., Wang, J., & Zhao, H. (2023). An improved GWO-SVM model for fault diagnosis. *Measurement, 210*, 112138.

Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. *Advances in Engineering Software*, *69*, 46–61.
Sejnowski, T., & Gorman, R. (1988). *Connectionist bench (Sonar, mines vs. rocks)* [Data set]. UCI Machine Learning Repository. https://doi.org/10.24432/C5T01Q.
Sigillito, V., Wing, S., Hutton, L., & Baker, K. (1989). Ionosphere [Data set]. UCI Machine Learning Repository. https://doi.org/10.24432/C5W01B.
Restrepo, J., Sepulveda-Suescun, J., Orrego-Metaute, D., Benitez, R. D., & Escobar, J. (2021). Particle swarm optimization setup for hyperparameter selection in support vector machines. Research Square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1149920/v1.
Vapnik, V. N. (1995). The nature of statistical learning theory. Springer.
Yang, X. S. (2010). A new metaheuristic bat-inspired algorithm. In Nature inspired cooperative strategies for optimization (NICSO 2010) (pp. 65–74). Springer.
Zhou, Y., Li, J., Ma, G., & Zhu, Y. (2024). Comparison of parameter optimisation methods for a runoff forecast model based on a support vector machine. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, *135*, 103653. https://doi.org/10.1016/j.pce.2024.103653.

FEDERE ÖĞRENMEDE SAĞLAM GLOBAL MODEL BİRLEŞTİRME VE DOĞRULAMA

Dr. Beyhan ADANUR DEDETURK
Abdullah Gül University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Sümer Campus, Kayseri
ORCID:000-0003-4983-2417

ÖZET

Federe Öğrenme (FL), kullanıcı verilerini merkezi bir sunucuya gönderme ihtiyacı olmaksızın ortak bir makine öğrenimi modelinin eğitilmesine imkân tanımaktadır. Federe öğrenme'nin bu özelliği, FL kullanımını veri gizliliğin önemli olduğu sağlık, finans, ve IoT gibi pek çok farklı alanda yaygınlaşmaktadır. Bu avantajların yan sıra FL, kötü niyetli veya hatalı istemcilerden gelebilecek model güncellemeleri nedeniyle global modelin bozulmasına sebep olabilmektedir. Global modelde oluşan bozulmalar, sistemlerin doğruluk, kararlılık ve güvenilirlik seviyesini düşürmekte ve bunu sonucunda eğitim süreçleri manipülasyonlara karşı savunmasız hâle getirmektedir. Bu durum, model çıktılarını kullanarak kritik kararlar alan mekanizmalarda yanlış yönlendirmelere neden olabileceği için bu tarz sistemler için büyük risk oluşturmaktadır. Dolayısıyla güncellemelerin doğrulanması ve global modelin bütünlüğünün korunması, FL uygulamalarında temel bir gereksinimdir. Bu çalışmada tüm bu kapsamlar doğrultusunda, FL senaryolarında sıkça karşılaşılan saldırgan-hatalı güncellemeleri temsil eden ve çeşitli istemci davranışlarını içeren bir deney ortamı oluşturulmuştur. Deney ortamında, norm-tabanlı filtreleme, sunucu-taraflı doğrulama ve robust istatistiksel birleştirme yöntemleri, temel FedAvg yaklaşımı kullanılarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme için model kararlılığı, öğrenme dinamiklerinin istikrarı ve güncellemelerin küresel modele etkisi gibi nicel ölçütler ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, her üç teknik de saldırgan veya tutarsız güncellemelerin olumsuz etkilerini azaltmada belirgin katkılar sunmaktadır. Norm-tabanlı filtreleme, aşırı sapma gösteren güncellemeleri erken aşamada ayıklarken, sunucu-taraflı doğrulama yaklaşımı, güncellemeleri ek bir doğrulama kümesi üzerinden test etmektedir. Bir diğer yandan, Median ve trimmed mean gibi robust istatistiksel yöntemler ise özellikle uç değer manipülasyonlarına karşı tutarlı bir davranış sergilemektedir. Genel olarak bulgular, bu doğrulama mekanizmalarının FL süreçlerinde global model bütünlüğünü korumada etkili araçlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, FL sistemlerinde güvenilir ve kararlı bir öğrenme döngüsünün sürdürülebilmesi için doğrulama adımlarının kritik önem taşıdığını vurgularken gelecekte daha gelişmiş hibrit stratejilerin daha kapsamlı koruma sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Federe Öğrenme, Global Model Birleştirme, Model Doğrulama

ROBUST GLOBAL MODEL AGGREGATION AND VALIDATION IN FEDERATED LEARNING

ABSTRACT

Federated Learning (FL) allows training a common machine learning model without the need to send user data to a central server. This feature of federated learning has made FL widespread in many different fields where data privacy is crucial, such as healthcare, finance, and IoT. Despite these advantages, FL can also cause corruption of the global model due to model updates from malicious or faulty clients. Corruptions in the global model reduce the accuracy, stability, and reliability of the system, making the training process vulnerable to manipulation. This poses a significant risk to such systems because they can mislead mechanisms that make critical decisions using model outputs. Therefore, verifying updates and preserving the integrity of the global model are fundamental requirements in FL applications. In this study, an experimental environment is created that represents attacker-faulty updates frequently encountered in FL scenarios and includes various client behaviors. In this experimental environment, norm-based filtering, server-side verification, and robust statistical fusion methods are comparatively evaluated using the basic FedAvg approach. For the evaluation, quantitative metrics such as model stability, the stability of learning dynamics, and the impact of updates on the global model are considered. The results indicate that all three techniques significantly contribute to mitigating the negative impact of aggressive or inconsistent updates. While norm-based filtering eliminates excessively deviant updates at an early stage, the server-side validation approach tests updates against an additional validation set. Robust statistical methods such as median and trimmed mean, on the other hand, exhibit consistent behavior, particularly against outlier manipulations. Overall, the findings demonstrate that these validation mechanisms are effective tools for maintaining global model integrity in FL processes. This study emphasizes the critical importance of validation steps for maintaining a reliable and stable learning cycle in FL systems and suggests that more advanced hybrid strategies could provide more comprehensive protection in the future.

Keywords: Federated Learning, Global Model Aggregation, Model Verification

RADAR SİNYALLERİNDE GÜRÜLTÜ GİDERME: UNET, GAN VE AUTOENCODER TABANLI DERİN ÖĞRENME MODELLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

Kevser İrem DANACI
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering, 58000 Merkez, Sivas
ORCID: 0000-0002-4654-5140
Sıtkı AKKAYA
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering, 58000 Merkez, Sivas
ORCID: 0000-0002-3257-7838

ÖZET

Radar sinyallerinin güvenilir ve yüksek doğrulukla işlenmesi, hedef tespiti, izleme, sınıflandırma, hız ve menzil tahmini gibi kritik uygulamalar için temel teşkil eder. Ne var ki, gerçek dünya ölçümlerinde karşılaşılan termal gürültü, çoklu yol yansımaları, atmosferik saçılma ve elektromanyetik girişim (EMI) gibi faktörler, radar IQ sinyallerinin bütünlüğünü önemli ölçüde bozarak sistem performansını düşürmektedir. Bu zorluk, radar sinyallerinde gürültü azaltma (denoising) çalışmalarını savunma sanayii, otomotiv radarları, hava trafik kontrolü ve meteorolojik sistemler için stratejik bir araştırma alanı haline getirmiştir. Derin öğrenme yaklaşımları, karmaşık sinyal istatistiklerini doğrudan verilerden öğrenme ve gürültüyü sinyalden ayırma yetenekleri sayesinde modern radar uygulamalarında giderek daha yaygın hale gelmiştir. Bu çalışmada, radar IQ sinyallerindeki gürültüyü yüksek performansla gidermek amacıyla dört farklı derin öğrenme mimarisi objektif ölçütler kullanılarak kapsamlı bir şekilde karşılaştırılmıştır: UNet, Geleneksel Autoencoder, Üretken Çekişmeli Ağ (GAN) ve Sürekli Dalgacık Dönüşümü (CWT) tabanlı 2 Boyutlu (2D) Autoencoder. Tüm modeller aynı veri seti üzerinde eğitim ve test edilmiştir. Karşılaştırmalı analiz sonuçları, UNet modelinin 1D sinyal formatında, en düşük Ortalama Karesel Hata (MSE: 0,0075) ve en yüksek Sinyal-Gürültü Oranı (SNR: 11,01 dB) değerleriyle olağanüstü bir performans sergilediğini göstermiştir. Diğer yandan, sinyalin zaman-frekans bilgisini etkin bir şekilde kullanan 2D-CWT Autoencoder (64x64) modeli, gürültü giderme yeteneği ve genel başarısı açısından en yüksek istikrarı sağlamıştır. GAN modeli ise, bilinen eğitim istikrarsızlığı, gerekli model kapasitesinin sağlanamaması ve yüksek hesaplama (bellek) gereksinimleri nedeniyle diğer modellere kıyasla beklenen seviyeye ulaşamamıştır. Bulgularımız, radar sinyali gürültü giderme görevlerinde derin öğrenme mimarisinin seçiminin sinyal formatına (1D vs. 2D), baskın gürültü türüne ve mevcut hesaplama kaynaklarına kritik düzeyde bağlı olduğunu bilimsel olarak ortaya

koymaktadır. Bu çalışma, gelecekteki yüksek performanslı radar sinyal işleme sistemleri için yol gösterici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Radar sinyalleri, derin öğrenme, gürültü giderme, Autoencoder, GAN, Unet, CWT, zaman-frekans analizi

RADAR SIGNAL DENOISING: A COMPARATIVE STUDY USING UNET, GAN, AND AUTOENCODER-BASED DEEP LEARNING MODELS

ABSTRACT

The reliable and high-accuracy processing of radar signals is fundamental for critical applications such as target detection, tracking, classification, velocity determination, and range estimation. However, factors encountered in real world measurements, including thermal noise, multipath reflections, atmospheric scattering, and electromagnetic interference (EMI), significantly degrade the integrity of radar IQ signals, thereby reducing system performance. This challenge has made radar signal denoising a strategic research area for defense, automotive radar, air traffic control, and meteorological systems. Deep Learning approaches have become increasingly prevalent in modern radar applications due to their ability to learn complex signal statistics directly from data and effectively separate noise from the true signal. In this study, we conducted a comprehensive comparison of four distinct deep learning architectures to achieve high performance denoising of radar IQ signals: UNet, Traditional Autoencoder, Generative Adversarial Network (GAN), and a Continuous Wavelet Transform (CWT) based 2-Dimensional (2D) Autoencoder. All models were trained and tested on the same dataset using objective metrics. The comparative analysis results demonstrate that the UNet model, operating on the 1D signal format, exhibited exceptional performance, achieving the lowest Mean Squared Error (MSE: 0.0075) and the highest Signal-to-Noise Ratio (SNR: 11.01 dB). Conversely, the 2D-CWT Autoencoder (64x64) model, which effectively utilizes the signal's time-frequency information, provided the highest stability and overall success in denoising capability. The GAN model, however, did not reach the desired performance level compared to the others, primarily due to its inherent training instability and high computational (memory) requirements. Our findings scientifically establish that the selection of the deep learning architecture for radar signal denoising tasks is critically dependent on the signal format (1D vs. 2D), the dominant noise type, and the available computational resources. This work provides critical guidance for the development of future high-performance radar signal processing systems.

Keywords: Radar signals, deep learning, noise reduction, Autoencoder, GAN, Unet, CWT, time-frequency analysis

1. GİRİŞ

Radar sistemleri, elektromanyetik dalgaların ortama iletilmesi ve hedeften ya da çevresel yapılardan yansıyan sinyallerin işlenmesi prensibine dayanır. Bu sinyaller; hedefin konumu, menzili, hız bileşenleri, yönü ve hatta sınıf/kimlik bilgisi hakkında kritik bilgiler içerir. Bu nedenle radar sinyallerinin güvenilir ve yüksek doğrulukla işlenmesi; savunma sistemleri, otonom/sürücü destekli otomotiv radarları, insansız hava araçları ve meteorolojik gözlem radarları gibi pek çok uygulama için temel bir gereklilik hâline gelmiştir (Ayaz et al., 2025). Gerçek saha koşullarında elde edilen radar sinyalleri ideal olmaktan uzaktır. Termal gürültü, çoklu yol yansımaları, atmosferik saçılma ve zayıflama, alıcı elektroniğine bağlı bozulmalar ve elektromanyetik girişim (EMI) gibi etkiler, radar IQ sinyallerinin bütünlüğünü bozarak zaman, frekans ve menzil çözünürlüğünü düşürmekte; zayıf hedeflerin maskelenmesine ve yanlış alarm oranlarının artmasına yol açmaktadır (Liu et al., 2025).

Geleneksel gürültü azaltma yaklaşımları arasında bant geçiren filtreler, Wiener ve benzeri istatistiksel filtreler, dalgacık tabanlı yöntemler ve Kalman filtresi gibi klasik tahminleyiciler yer almaktadır. Bu yöntemler, uygun istatistiksel varsayımlar altında başarılı olmakla birlikte; karmaşık ve zamana göre değişen gürültü türleri, çok bileşenli clutter ve doğrusal olmayan hedef-kanal etkileşimleri içeren radar senaryolarında sınırlı kalmaktadır. Özellikle GPR ve yer altı boru hatları gibi karmaşık ortamlarda yapılan son çalışmalar, geleneksel filtreleme ve dalgacık tabanlı yöntemlerin güçlü clutter altında zayıf hedefleri yeterince koruyamadığını göstermektedir (Liu et al., 2025; Passah et al., 2021). Bu kısıtlar, radar verisi için **derin öğrenme tabanlı gürültü giderme** yöntemlerine olan ilgiyi hızla artırmıştır. Özellikle evrişimsel sinir ağları (CNN), Autoencoder yapıları ve bunların dikkat (attention) mekanizmaları ile zenginleştirilmiş türevleri; SAR görüntülerinde speckle gürültüsünün bastırılması, GPR verilerinde clutter giderme ve mikro-Doppler tabanlı hedef tanıma öncesi spektrum iyileştirmesi gibi görevlerde klasik yöntemlere kıyasla daha iyi yapısal korunumu mümkün kılmaktadır (Dalsasso et al., 2020; Fan et al., 2025; J. Liu et al., 2025; Zhao et al., 2024). Diğer taraftan, Üretken Çekişmeli Ağ (GAN) tabanlı yöntemler, radar sinyali ve görüntü iyileştirme problemlerinde hem gürültü giderme hem de veri zenginleştirme amacıyla kullanılmaktadır (Thilakanayake et al., 2024). Bununla birlikte, GAN eğitimindeki kararsızlık, mod çökmesi ve yüksek hesaplama/bellek maliyeti, bu yapıların pratik radar işleme zincirlerine entegre edilmesini güçleştirmektedir.

Bu literatür çerçevesinde, radar sinyallerindeki gürültü giderme problemi için farklı derin öğrenme mimarilerinin (UNet, klasik Autoencoder, GAN ve Sürekli Dalgacık Dönüşümü (CWT) tabanlı 2D Autoencoder) aynı veri seti üzerinde, ortak metrikler kullanılarak sistematik

biçimde karşılaştırılması önemli bir boşluk olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, radar IQ sinyallerinde gürültü giderme görevinde:

- 1D sinyal alanında UNet ve geleneksel Autoencoder tabanlı modelleri,
- GAN tabanlı bir gürültü giderme yaklaşımını ve
- CWT ile elde edilen zaman–frekans temsilleri (2D) üzerinde çalışan bir Autoencoder mimarisini

aynı radar veri seti üzerinde eğitip test ederek Ortalama Karesel Hata (MSE), Sinyal-Gürültü Oranı (SNR) ve model kararlılığı gibi objektif ölçütler açısından karşılaştırmak ve bu mimarilerin avantajlarını ile sınırlılıklarını ortaya koymaktır. Böylece, radar IQ sinyallerinde derin öğrenme tabanlı gürültü giderme problemlerinde mimari seçiminin; sinyal temsil biçimine, baskın gürültü türüne ve mevcut hesaplama kaynaklarına nasıl bağlı olduğu sistematik olarak ortaya konulmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Veri Seti ve Ön İşleme

Bu çalışmada, açık erişimli DeepRadar IQ Signal Dataset kullanılmıştır (Clerico et al., 2023). Veri seti; radar uygulamalarında yaygın 23 modülasyon sınıfına ait, her biri 1024 örnek uzunluğunda, iki kanallı kompleks IQ sinyallerinden ve birden fazla SNR seviyesinden oluşmaktadır. Verisetinin temel özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan veri setinin temel özellikleri

Özellik	Değer
Sinyal türü	Radar IQ (I/Q)
Uzunluk	1024 örnek
Kanal	2
Kullanım amacı	Modülasyon sınıflandırma & radar analiz
SNR değerleri	5, 10, 15, 20 dB

Veri setindeki temiz referans sinyaller ile bunlara karşılık gelen gürültülü versiyonlar, derin öğrenme tabanlı gürültü giderme modelleri için giriş-çıkış (gürültülü-temiz) çiftleri olarak kullanılmıştır. IQ bileşenleri, 1D mimarilerde (UNet, Autoencoder, GAN) birleştirilerek modele beslenmiş; UNet'te I ve Q ayrı giriş kanalları olarak değerlendirilmiştir. Tüm sinyaller eğitim sürecinin kararlılığı için normalize edilmiş, veri seti 10.000 eğitim, 3.000 doğrulama ve 3.000 test örneği olacak şekilde bölünmüştür. Böylece modeller, SNR = 5-20 dB aralığındaki gürültü seviyeleri altında tutarlı ve doğrudan karşılaştırılabilir biçimde değerlendirilmiştir.

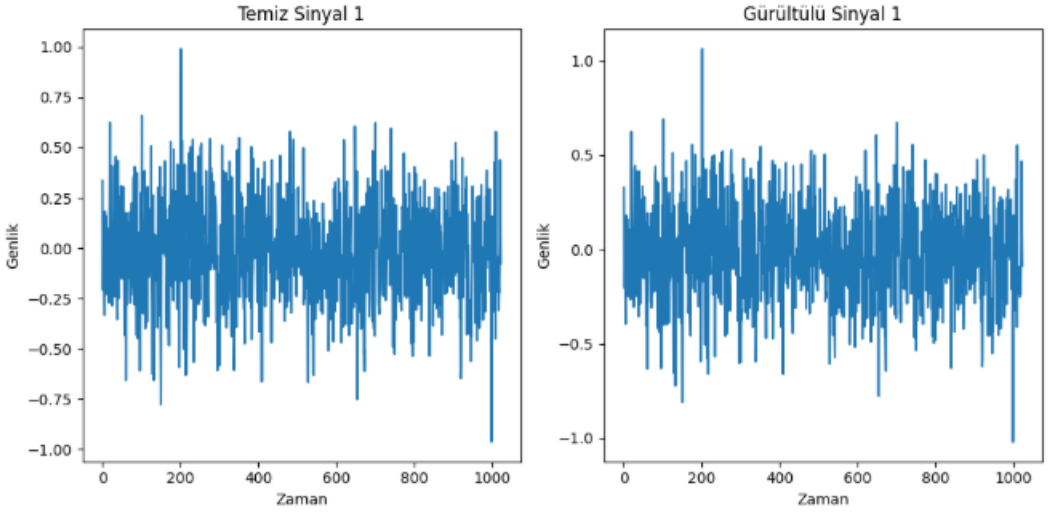
2.2. Sinyal Temsilleri: 1D ve CWT Tabanlı 2D Formlar

Çalışmada radar sinyalleri iki ana kategoride modellenmiştir:

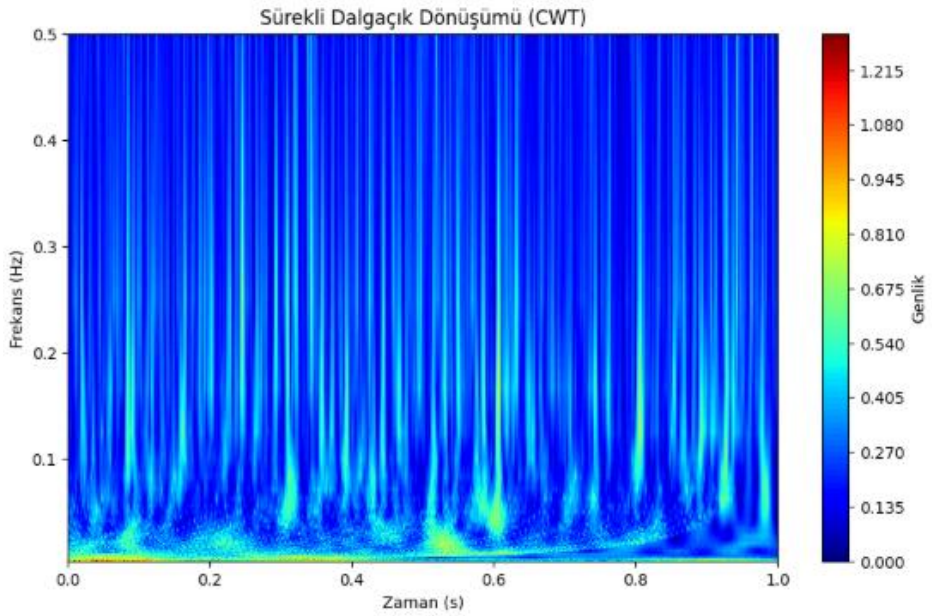
- **1D zaman alanı temsili:** UNet yapısında I ve Q bileşenleri iki kanallı giriş olarak kullanılmış ve 1D evrişimsel katmanlar üzerinden gürültü bileşenlerinin bastırılması hedeflenmiştir.
- **CWT Tabanlı 2D zaman-frekans temsili:** CWT uygulanarak kompleks IQ sinyallerinin zaman-frekans uzayındaki enerjisi 2 boyutlu haritalara dönüştürülmüş, temiz ve gürültülü sinyaller için 32×32 ve 64×64 boyutlarında yeniden örneklenmiş ve 2D görüntü matrisleri hâlinde CWT tabanlı Autoencoder modeline giriş olarak verilmiştir. Son yıllardaki çalışmalar, CWT tabanlı zaman-frekans temsillerinin radar sinyallerinde gürültü azaltma ve clutter baskılama açısından etkili olduğunu göstermektedir (Qiu & Yuan, 2024).

Bu üçlü yapı kapsamında radar sinyalleri şu şekilde kategorize edilmiştir; temiz sinyal, gürültülü sinyal ve CWT tabanlı 2D temsilleri.

Şekil 1'de örnek bir IQ sinyalinin zaman domeni, Şekil 2'de ise aynı sinyalin CWT tabanlı 2D temsili gösterilmektedir.



Şekil 1. Veri setindeki örnek IQ sinyalinin zaman domeni gösterimi (temiz ve gürültülü çift)

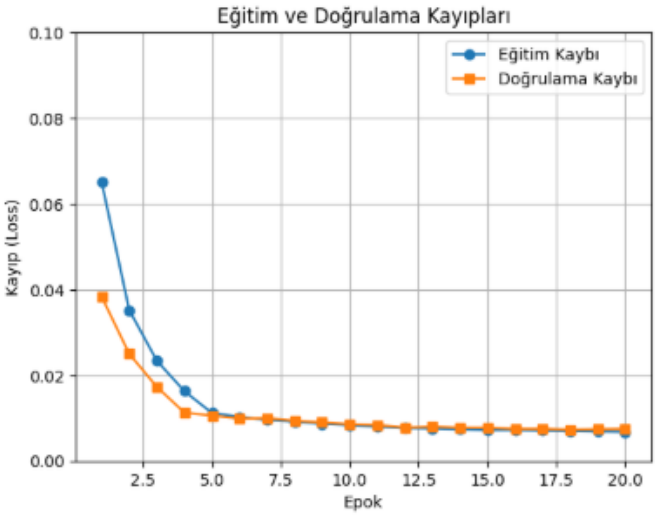


Şekil 2. Sinyalin CWT sonrasında elde edilen 2D zaman-frekans temsili (örnek 64×64 harita)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

- **UNet:**

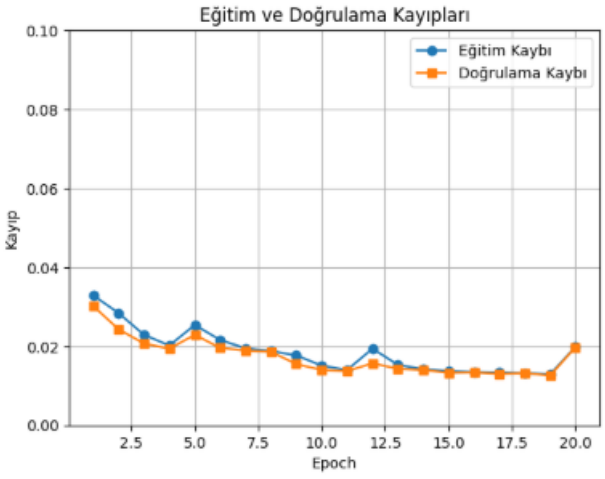
Konvolüsyonel sinir ağları, yerel filtreleme yapıları sayesinde sinyalin zamansal bozulmalarını etkili biçimde öğrenebilmektedir. Encoder-decoder mimarisi ve skip connection yapısı ile UNet türevleri, son yıllarda gürültü giderme ve denoising problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ma et al., 2025; Mukherjee et al., 2023). Bu çalışmada tasarlanan 1D UNet modeli, radar IQ sinyallerinin 1D zaman alanı temsili üzerinde çalışmakta; encoder tarafında 64-128-256-512-1024 filtreli Conv1D + MaxPooling blokları, decoder tarafında UpSampling + Conv1D blokları ve encoder-decoder arasında skip connection bağlantıları içermektedir. Ara katmanlarda ReLU, çıkışta lineer aktivasyon kullanılmıştır. UNet modeli 20 epoch boyunca eğitilmiş; eğitim/doğrulama kayıplarının yaklaşık 0.01 seviyesinde kararlı biçimde plato yapması, modelin yakınsamış ve belirgin bir aşırı öğrenme göstermediğini ortaya koymuştur. Eğitim ve doğrulama veri kümeleri üzerindeki kayıp eğrileri Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. UNet modeli için eğitim/doğrulama kaybı grafiği

- **1D Autoencoder Tabanlı Model:**

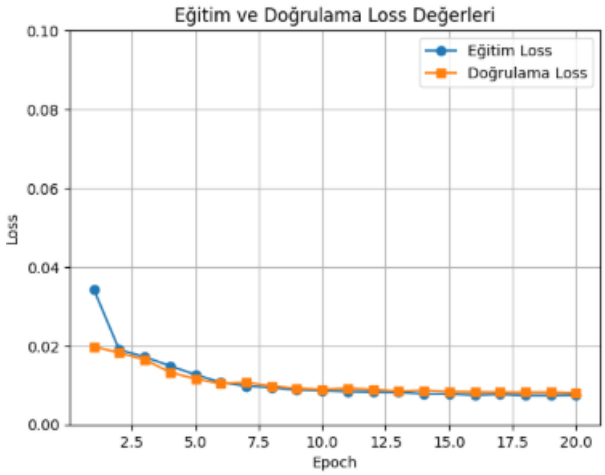
Autoencoder yapıları, giriş sinyalini düşük boyutlu bir gizli uzaya kodlayıp yeniden oluşturarak sıkıştırma aşamasında gürültü bileşenlerini bastırmayı hedefler. Özellikle veri sayısının sınırlı olduğu ve girdi-çıktı eşlemesinin doğrudan öğrenilmek istendiği senaryolarda denoising autoencoder modellerinin etkili olduğu bilinmektedir (Kulkarni et al., 2023; Zhou et al., 2021). Önerilen 1D Autoencoder; encoder tarafında 64-128-256 filtreli Conv1D blokları ve bir bottleneck katmanı, decoder tarafında 256-128-64 filtreli Conv1D blokları ve lineer çıkış katmanından oluşmaktadır. Model 20 epoch boyunca eğitilmiş, eğitim ve doğrulama kayıplarının birbirine yakın seyretmesi ciddi bir overfitting oluşmadığını, yaklaşık 15–18. epoch aralığının ise erken durdurma için uygun bir bölge olduğunu göstermiştir. Eğitim ve doğrulama kaybındaki değişim Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Autoencoder modeli için eğitim/doğrulama kaybı grafiği

- **CWT Tabanlı 2D Autoencoder Modeli:**

Radar IQ sinyallerinin CWT ile 2D zaman-frekans haritalarına dönüştürülmesi, hem zamansal hem frekanssal içeriğin aynı anda değerlendirilmesine imkân tanımakta ve karmaşık gürültü yapılarının ayrıştırılmasında önemli avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada, temiz ve gürültülü sinyaller için üretilen 32×32 ve 64×64 CWT genlik haritaları, CNN tabanlı bir Autoencoder'a giriş olarak verilmiştir. Model; encoder tarafında 2D konvolüsyon + pooling, decoder tarafında 2D upsampling + konvolüsyon katmanlarından oluşmaktadır. Özellikle 64×64 giriş boyutlu modelde eğitim/doğrulama kayıplarının 20 epoch boyunca düşük seviyede ve birbirine çok yakın seyretmesi, 2D Autoencoder mimarisinin kararlı ve iyi genelleşen bir yapı sunduğunu göstermiştir (J. Liu et al., 2025). Bu çalışmada eğitilen modelin eğitim/doğrulama kaybı grafiği Şekil 5'te gösterilmiştir.

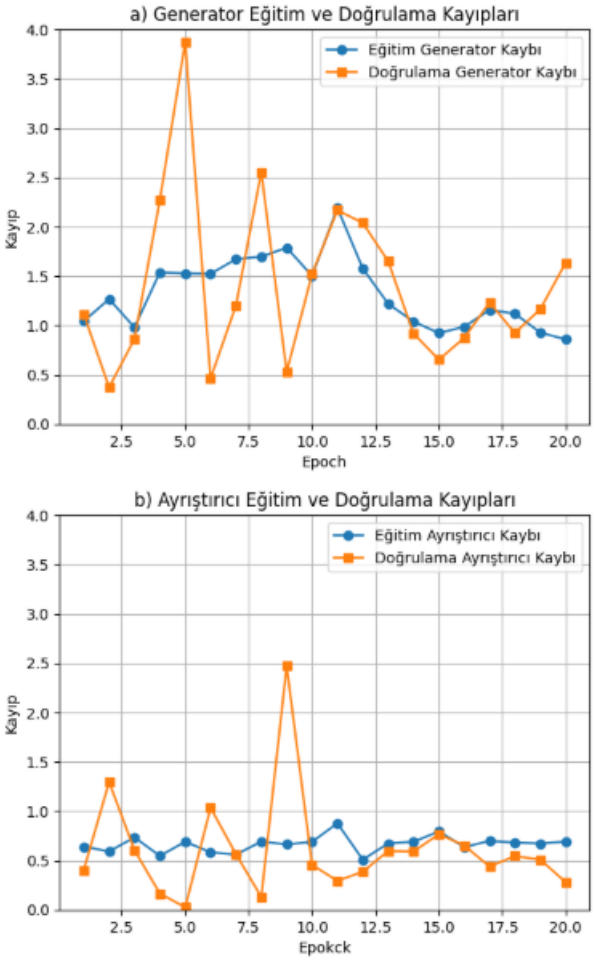


Şekil 5. 64×64 boyutlu CWT temsilleri için Autoencoder eğitim/doğrulama kaybı grafiği

- **GAN Tabanlı Model:**

GAN yapısı, gürültülü girdiden temiz sinyale benzer çıktılar üretmeye çalışan bir generator ve üretilen sinyali gerçek temiz sinyallerle ayırt etmeye çalışan bir discriminator ağından oluşmaktadır. Son yıllarda GAN tabanlı yöntemlerin iletişim sinyali iyileştirme ve radar sinyali restorasyonu uygulamalarında umut verici sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Kumar & Kalyani, n.d.; Zahid et al., 2025). Bu çalışmada kullanılan GAN modeli de radar IQ sinyallerini girdi olarak alacak şekilde tasarlanmış; ancak işlemci/bellek kısıtları nedeniyle eğitim sürecinde discriminator'ın zaman zaman baskın hâle geldiği ve kayıpların kararsız seyrettiği gözlemlenmiştir. Bu durum, GAN eğitimine özgü bilinen sorunlarla (mode collapse, dengesiz gradyanlar vb.) uyumludur. Buna rağmen, bazı örneklerde sinyalin ince frekans detaylarını

koruma eğilimi dikkat çekmiştir (He et al., 2022). Modelin generator ve discriminator kayıp eğrileri Şekil 6'da toplu olarak verilmiştir.



Şekil 6. GAN modeli için kayıp grafikleri: (a) generator, (b) discriminator

Elde edilen tüm modeller, ayrılan test kümesi üzerinde değerlendirilmiş ve performans karşılaştırması için MSE ile ortalama SNR metrikleri kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Some descriptive statistical data on the concentrations of oxides

Model	**Test MSE**	**Ortalama SNR**
UNet	0.0075	11.01 dB
1D Autoencoder	0.0198	5.81 dB
GAN	0.0300	6.24 dB
CWT–2D Autoencoder (64x64)	**0.0080**	**10.27 dB**
CWT–2D Autoencoder (32x32)	**0.0114**	**8.48 dB**

Bu sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- UNet modeli, en düşük MSE (0.0075) ve en yüksek SNR (11.01 dB) ile sayısal olarak en başarılı modeldir. Encoder-decoder ve skip connection yapısı sayesinde radar IQ

sinyalindeki ince ayrıntıları korurken gürültüyü etkin şekilde bastırmakta, yeterli donanımın bulunduğu sistemler için güçlü bir aday olarak öne çıkmaktadır.

- 1D Autoencoder, UNet'e göre daha yüksek MSE ve daha düşük SNR üretmesine rağmen, daha sade mimarisi ve düşük hesaplama maliyeti nedeniyle kaynak kısıtlı ve gömülü radar uygulamaları için dengeli bir çözüm sunmaktadır.
- GAN modeli, test performansı diğer modellere kıyasla belirgin biçimde düşüktür. Bu durum; sınırlı işlemci/RAM, görece sığ mimari ve eğitim sürecindeki kararsızlıklarla ilişkilidir. Yine de bazı örneklerde ince frekans detaylarını koruma eğilimi gözlenmiş, daha büyük batch boyutları, daha derin ve optimize edilmiş bir yapı ile radar denoising görevlerinde rekabetçi olabileceği değerlendirilmiştir.
- CWT-2D Autoencoder modeli, CWT ile elde edilen 2D zaman–frekans temsilleri, sinyalin hem zamansal hem frekanssal özelliklerini aynı anda modele sunarak gürültü ve hedef bileşenlerin daha iyi ayrışmasını sağlamaktadır. 64×64 giriş boyutlu 2D Autoencoder, UNet'e çok yakın MSE (0.0080) ve SNR (10.27 dB) değerleriyle kararlı ve spektrum düzleminde en temiz çıktıları üretmiş; 32×32 sürümü ise daha düşük hesaplama yükü karşılığında orta düzeyde ancak 1D Autoencoder'dan daha iyi performans göstermiştir.

4. SONUÇLAR

Genel olarak, çalışma farklı derin öğrenme mimarilerinin radar IQ sinyallerindeki gürültü giderme performansını sistematik biçimde ortaya koymakta; özellikle **2D zaman-frekans temsiline geçişin**, yalnızca 1D zaman alanı temsiline göre anlamlı bir performans artışı sağladığını göstermektedir. Sonuçlar, 1D UNet mimarisinin sayısal metrikler açısından en yüksek doğruluğu sağladığını, ancak CWT tabanlı 2D Autoencoder'ın zaman-frekans düzlemindeki temsili sayesinde benzer MSE/SNR değerlerine ek olarak daha kararlı ve spektral olarak daha temiz çıktılar üretebildiğini göstermiştir. Bu bulgu, radar sinyallerinin yalnızca zaman alanında değil, 2D zaman-frekans uzayında modellenmesinin gürültü giderme görevlerinde anlamlı bir performans artışı sağlayabildiğini teyit etmektedir.

Gelecek çalışmalar kapsamında; Transformer tabanlı denoising modellerinin denenmesi, generative diffusion yaklaşımlarının GAN tabanlı yapılara alternatif veya tamamlayıcı bir çözüm olarak radar sinyallerine uygulanması, farklı gürültü türleri (örneğin dar bant girişim, çizgisel parazit ve gerçek clutter bileşenleri) için özel olarak tasarlanmış veri artırma stratejilerinin entegrasyonu ve yalnızca simüle verilerle değil, gerçek radar ölçümleri ile de kapsamlı doğrulama yapılması planlanmaktadır. Böylece, derin öğrenme tabanlı radar gürültü giderme çerçevesinin hem genellenebilirliği hem de gerçek zamanlı radar sistemlerine

entegrasyon potansiyeli daha bütüncül ve uygulama odaklı bir bakış açısıyla değerlendirilebilecektir.

REFERANSLAR

Ayaz, F., & Sezgin, A. (2025). Radar signal processing and its impact on deep learning-driven human activity recognition. Sensors, 25(3), 724.
Clerico, V., González-López, J., Agam, G., & Grajal, J. (2023). LSTM framework for classification of radar and communications signals. In 2023 IEEE Radar Conference (RadarConf23) (pp. 1–6). IEEE.
Dalsasso, E., et al. (2020). SAR image despeckling by deep neural networks: From a pre-trained model to an end-to-end training strategy. Remote Sensing, 12(16), 2636.
Fan, P., et al. (2025). Clutter suppression in GPR imaging using an improved robust convolutional autoencoder. Electronics Letters.
He, S., et al. (2022). A communication signal enhancement model based on GAN. Security and Communication Networks.
Kumar, A., & Kalyani, S. (2024). Two-stage neural network for OTFS radar under noisy conditions. Preprint.
Kulkarni, N. N., et al. (2023). Time-inferred autoencoder: A noise adaptive condition monitoring framework. Mechanical Systems and Signal Processing.
Liu, J., et al. (2025). SCB-ADAE: An attention-based deep autoencoder for ground-penetrating radar signal denoising. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 140, 111902.
Ma, B., et al. (2025). A 1D cascaded denoising and classification framework for low-resolution radar targets. Remote Sensing, 17(9), 1515.
Mukherjee, A., et al. (2023). A novel U-Net architecture for denoising of real-world phonocardiogram signal. Preprint.
Passah, A., et al. (2021). SAR image despeckling using deep CNN. IET Image Processing.
Thilakanayake, T., et al. (2024). A generative adversarial network-based method for LiDAR-assisted radar image enhancement. In Proceedings of an IEEE/ICRA conference.
Yuan, S., et al. (2024). A denoising method based on DDPM for radar emitter signals. Remote Sensing, 16(17), 3215.
Zahid, M. U., et al. (2025). BRSR-OpGAN: Blind radar signal restoration using an operational generative adversarial network. Neural Networks.
Zhao, X., et al. (2024). Synthetic aperture radar image despeckling based on a deep learning network employing frequency domain decomposition. Electronics, 13(3), 490.
Zhou, J., et al. (2021). Research on acoustic emission signal denoising based on autoencoder. Journal of Physics: Conference Series, 2031, 012001.

DERİN KODLAYICI-KOD ÇÖZÜCÜ AĞLARI ARACILIĞIYLA OTOMATİK DİŞ ALTYAZISI OLUŞTURMA

Şefiye ARICAN
Bandırma Onyedi Eylül University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Software, Balıkesir, TURKEY
ORCID: 0009-0006-2582-3531
Ahmet Selçuk KÜREN
Bandırma Onyedi Eylül University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Software, Balıkesir, TURKEY
ORCID: 0009-0007-8204-3723
Buket TOPTAŞ
Bandırma Onyedi Eylül University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Software, Balıkesir, TURKEY
ORCID: 0000-0003-2556-8199

ÖZET

Diş eti iltihabı, tedavi edilmediğinde diş kaybına yol açabilen kronik inflamatuvar bir hastalıktır ve tanı süreçlerinin otomatikleştirilmesi, ağız ve diş sağlığı problemlerinin tedavi sürecini hızlandırma potensiyeli taşımaktadır. Görüntü temelli klinik açıdan değerlendirme ile metin tabanlı açıklama üretimini bir araya getiren yapay zekâ tabanlı yaklaşımlar, özellikle diş alanında sınırlı kalmıştır. Bu çalışma da, diş eti iltihabı görüntülerinden tanısal açıklama metinleri üretmek amacıyla, evrişimsel sinir ağı tabanlı long short-term memory ağ mimarisi ile Çok Başlı Dikkat mekanizmalarını içeren altı katmanlı bir Transformer mimarisi karşılaştırılmıştır. Her iki modelde de EfficientNet-B0 omurga ağı olarak kullanılmıştır. Modeller, 1.096 ağız içi diş eti iltihabı görüntüsü ve bu görüntülere ait açıklayıcı metinlerden oluşan bir veri seti üzerinde eğitilip değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlar, Transformer tabanlı decoder yapısının long short-term memory tabanlı decoder yapısından tüm temel metriklerde üstün performans sergilediğini göstermiştir. Bu mimari, %96,06 Accuracy ve %80,81 ROUGE-L %85,64 BLEU-1 skoru ile n-gram düzeyinde metin uyumu elde etmiştir. Deneysel sonuçlar, dikkat mekanizması sayesinde geniş kapsamlı içerikleri ve karmaşık dil yapılarını daha başarılı modelleyebilen Transformer tabanlı mimarinin, diş eti iltihabı görüntülerinden klinik açıdan daha tutarlı ve anlamlı açıklamalar ürettiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Long Short-Term Memory, Transformer, Image Captioning, Diş Eti İltihabı

AUTOMATED DENTAL CAPTION GENERATION VIA DEEP ENCODER-DECODER NETWORKS

ABSTRACT

Gingivitis is a chronic inflammatory disease that can lead to tooth loss if left untreated, and the automation of diagnostic processes has the potential to accelerate the treatment of oral and

dental health problems. Artificial intelligence–based approaches that combine image-based clinical assessment with text-based explanatory generation have remained limited, particularly in the field of dentistry. In this study, a convolutional neural network–based long short-term memory architecture and a six-layer transformer architecture incorporating multi-head attention mechanisms are compared for the purpose of generating diagnostic descriptive texts from gingivitis images. In both models, EfficientNet-B0 was employed as the backbone network. The models were trained and evaluated on a dataset consisting of 1,096 intraoral gingivitis images and their corresponding descriptive texts. Experimental results demonstrate that the Transformer-based decoder structure outperforms the long short-term memory-based decoder across all primary evaluation metrics. The proposed transformer architecture achieved 96.06% accuracy, 80.81% ROUGE-L, and 85.64% BLEU-1 scores, indicating high n-gram–level textual consistency. These results show that the Transformer-based architecture, which can more effectively model comprehensive content and complex linguistic structures through attention mechanisms, generates more clinically coherent and meaningful descriptions from gingivitis images.

Keywords: Long Short-Term Memory, Transformer, Image Captioning, Gingivitis

1. INTRODUCTION

Dental and gingival problems constitute a significant issue that affects millions of people and their quality of life worldwide (Petersen et al. 2005). One of these problems, gingivitis, is a chronic inflammatory disease (Chiurciu et al. 2011) that causes symptoms such as redness, swelling, and bleeding only in the gingiva. Moreover, when these symptoms are left untreated, they may lead to tooth loss and serious health problems. These health problems have begun to be diagnosed through multidisciplinary approaches that can jointly evaluate clinical data and imaging data (Kurt-Bayrakdar et al. 2025).

Literature studies indicate that, in recent years, deep learning (DL)-based approaches have become one of the most widely used multidisciplinary methods in the field of oral health. In (Ahmed et al. 2025), the detection of dental caries is aimed using a PointNetSeg-based 3D point cloud segmentation model. The dataset consisting of 66 intraoral scans obtained in the study is used. The model demonstrates high performance by achieving 89.5% accuracy, 91% precision, 88% recall, and an F1-score of 0.85 (Rainio et al. 2024). In the method proposed in (Garine et al. 2024), various DL architectures are compared for the purpose of detecting caries from dental images. In the study, a two-class dataset expanded from 74 samples to 454 samples using data augmentation techniques is used. The NASNetMobile (Zoph et al. 2018), ShuffleNet (Zhang et

al. 2018), MobileNet (Howard et al. 2017), ResNet50 (He et al. 2016), and VGG16 (Simonyan et al. 2014) models are trained and their performances are evaluated. Among the results, the most successful outcome is obtained with the ShuffleNet model with 85% accuracy.

The method proposed in (Yoon et al. 2024) is a progressive Cascade R-CNN (Cai et al. 2018)-based DL model for the automatic detection of dental caries and the recognition of dental alignments from intraoral images. In the study, a total of 24,578 intraoral images acquired from many different angles are used. In the dataset, all teeth are annotated using bounding boxes (Henderson et al. 2016). The caries are annotated according to the ADA CCS (Young et al. 2015) and ICDAS (Pitts et al. 2009) classifications with their decaying stages and location information. In the proposed method, tooth numbering and caries detection are performed by two separate modules operating simultaneously. The model achieves an mAP of 88.0% (Henderson et al. 2016) for tooth number recognition and an mAP of 76.9% for caries detection. In particular, the performance reaches an mAP of 89.3% for advanced-stage caries.

In the study developed in (Bardideh et al. 2024), a YOLOv8-Seg (Yaseen, 2024)- and Detectron2 (Merz et al. 2023)-based DL system is designed for the automatic classification of dental malocclusion (Angle et al. 1899) from intraoral images. In the research, an augmented image dataset consisting of approximately 7,500 images belonging to 948 adult patients is used. The model operates in three stages: segmentation of dental tissues, detailed segmentation of the teeth, and finally, detection of the malocclusion type. The proposed model demonstrates high performance in malocclusion detection by achieving 93.1% accuracy in molar classification and 89.1% accuracy in canine classification (Alhammadi et al. 2018).

In the method proposed in (Alalharith et al. 2020), a Faster R-CNN (Ren et al. 2015)-based DL model is used to detect early signs of gingivitis from intraoral images. In the study, a two-stage model is designed. The first model determines the target region by detecting teeth using a ResNet-50 (He et al. 2016)-based Faster R-CNN structure, while the second model performs the classification of gingival inflammation (Löe et al. 1963) using the same architecture. The dataset used consists of 134 intraoral images obtained from 47 patients undergoing orthodontic treatment. Each image is annotated by expert dentists. The model achieves 100% accuracy and 100% mAP (Henderson et al. 2016) in the tooth detection model, and 77.12% accuracy, 88.02% precision, and 68.19% mAP in the inflammation detection model.

In (Trombelli et al. 2018), the aim is to establish a scientifically and clinically coherent framework for the individual-based characterization of plaque-induced gingivitis. It is emphasized that gingivitis is an inflammatory condition that develops without tissue destruction and is completely reversible (Chiurchiu et al. 2011); however, its potential to progress to a

condition leading to the loss of the periodontal supporting tissues constitutes a critical public health issue. Microbiological findings indicate that gingivitis and the periodontal supporting tissues share many common species, but that differentiation based on host response, microbial community structure, and functional activities is more meaningful.

Although many studies in the field of oral and dental health have focused on the detection, classification, and segmentation of caries, malocclusion, and periodontal problems, it is observed that studies producing textual output (Vinyals et al. 2015) from dental images specifically for gingivitis are limited.

In this study, a model is designed on a current dataset consisting of intraoral image–description pairings (Duy et al. 2024). This model is one that combines image-based assessment with language generation.

The remainder of the paper is organized as follows: Section 2 explains the materials and methods used in the proposed model, and Section 3 presents the obtained results along with comprehensive discussion and conclusions.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Used Dataset

In this study, the A Dental Intraoral Image Dataset of Gingivitis for Image Captioning dataset (Duy et al. 2024), which consists of intraoral gingivitis images, is used. This dataset, published in 2024, contains a total of 1,096 intraoral images and is divided into three subfolders: training, validation, and test. The training folder includes 732 images and their corresponding label files; the validation and test folders each contain 182 images and their labels, which are completely distinct from one another. All images are in *.JPG* format, and all label files are in .txt format. For each tooth in each image, a five-level severity classification (MGI0–MGI4) based on the Modified Gingival Index (MGI) (Lobene et al. 1986) is provided. In addition, for each image, three separate clinical captions created by three different periodontists are provided; these descriptions express tooth number, jaw position, and gingivitis severity levels in natural language. Sample images and their corresponding clinical descriptions are presented in Fig. 1.

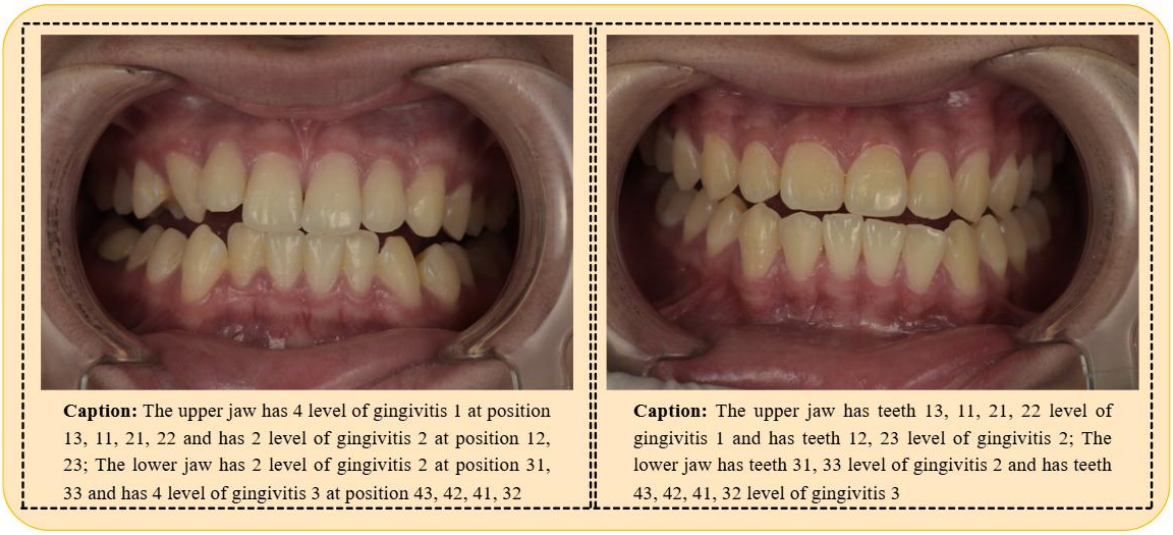


Fig. 1. Sample images and related clinical caption descriptions from (Duy et al. 2024)

2.2. Proposed method

In this study, two different encoders–decoder architectures are developed and compared for the automatic generation of descriptive texts from dental radiographs. All data in the dataset are first subjected to preprocessing. The preprocessed data are then fed into both models. In the developed models, the encoder part is kept fixed, and the performance differences of the decoder structures are investigated.

2.2.1. Data preprocessing

To ensure the effective training of the models, standardization and enhancement procedures are applied to both the images and the descriptive texts during the data preprocessing stage.

Prior to training, all dental radiographs are converted into a standard format. The images are resized to 224 × 224 pixels, and data augmentation techniques are applied to increase data diversity. The data augmentation methods used are as follows: (i) random horizontal flip, (ii) random rotation within a range of ±10 degrees, and (iii) random color jitter with a 20% variation in brightness and contrast values.

All images are normalized using the mean ($\mu = [0.485, 0.456, 0.406]$) and standard deviation ($\sigma = [0.229, 0.224, 0.225]$) values computed on the ImageNet (Deng et al. 2009) dataset. This normalization procedure ensures the effective utilization of pretrained weights during the transfer learning process.

For the descriptive texts, the steps of normalization, tokenization, special token definition, and vocabulary construction are applied sequentially. First, all texts are converted to lowercase and unnecessary punctuation marks are removed. Next, the cleaned texts are tokenized at the word level, and an index value is assigned to each unique word. The <START> and <END> tokens

are defined to indicate the beginning and end of a sequence, the <UNK> token is defined for unknown words, and the <PAD> token is defined for padding operations. A vocabulary consisting of all unique words in the training dataset is constructed, and by setting a minimum frequency threshold, rare words are replaced with the <UNK> token. Finally, all caption sequences are padded with <PAD> tokens according to the maximum sequence length to make them of equal length.

2.2.2. Two-stage model structure

The first model used in this study is a two-stage encoder–decoder architecture (Sutskever et al. 2014). In the encoder stage, an EfficientNet-B0 (Tan et al. 2019)-based structure is employed to extract image features.

EfficientNet-B0 (Tan et al. 2019) is used as the backbone for visual feature extraction. Owing to the compound scaling method of EfficientNet-B0, an optimal balance between computational cost and accuracy is achieved. Within the scope of the transfer learning strategy, pretrained weights are utilized and the final classification layers of the model are removed. The extracted high-level visual features are transferred to the decoder part as feature maps. In the decoder part, a two-layer Long Short-Term Memory (LSTM) (Hochreiter et al. 1997) architecture is preferred for language modeling. LSTM units provide effective results in medical image captioning tasks due to their ability to model long-term dependencies. The decoder consists sequentially of a word embedding layer, LSTM layers, and a fully connected output layer. The visual features produced by the encoder are provided to the LSTM units as the initial hidden state, and at each time step, the next word is predicted autoregressively. In the training strategy of this model, a dropout rate of 30% is applied to prevent overfitting. The stability of the training process is increased using the teacher forcing technique, and categorical cross-entropy is used as the loss function. For optimization, the AdamW algorithm with weight decay is preferred. The flowchart of the proposed model is presented in Fig. 2.

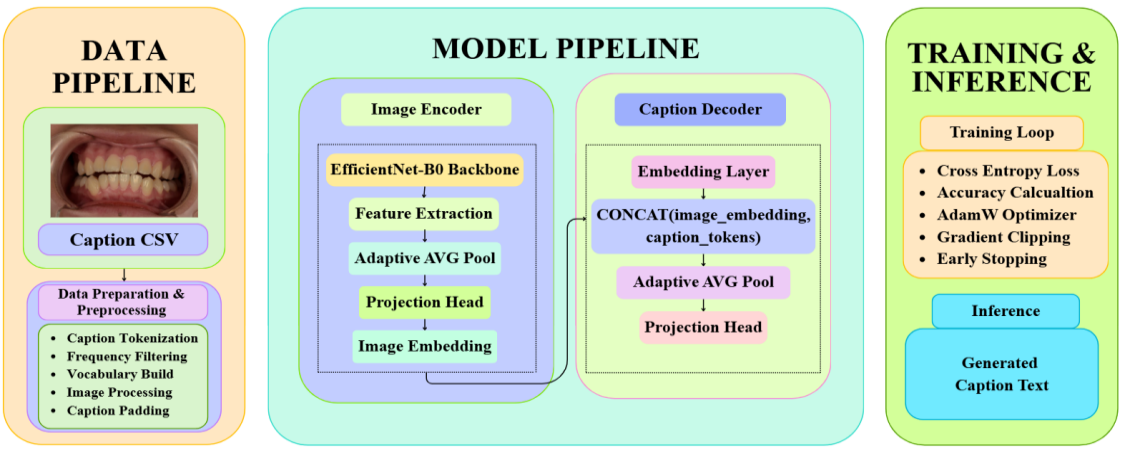


Fig. 2. CNN-LSTM Model

The second model used in the study is a modern CNN–Transformer (Khan et al. 2023)-based encoder–decoder architecture. This model provides superiority over LSTMs, particularly in modeling dependencies in long sequences. In the constructed second model, the encoder stage is kept exactly the same as that of the first model in order to ensure a fair comparison. The visual features obtained using the EfficientNet-B0 backbone network are prepared as input for the Transformer decoder. In the decoder part, a multi-layer Transformer decoder (Vaswani et al. 2017) architecture is employed instead of LSTM. The decoder components are as follows: (i) word embedding layer, (ii) positional encoding, (iii) multi-head self-attention mechanism, (iv) cross-attention mechanism, and (v) feed-forward network.

The self-attention mechanism is used together with causal masking, enabling each word to attend only to the preceding words. The cross-attention layer focuses on the visual features produced by the encoder, thereby establishing a strong relationship between the image content and the generated text. In this way, the model is able to learn which visual regions are associated with which words. In the training strategy of this model, the categorical cross-entropy loss function and the AdamW optimization algorithm are used. Due to the inherent parallel computation capability of the Transformer architecture, the training process is carried out more efficiently than that of the LSTM-based model. The flowchart of the proposed model is presented in Fig. 3.

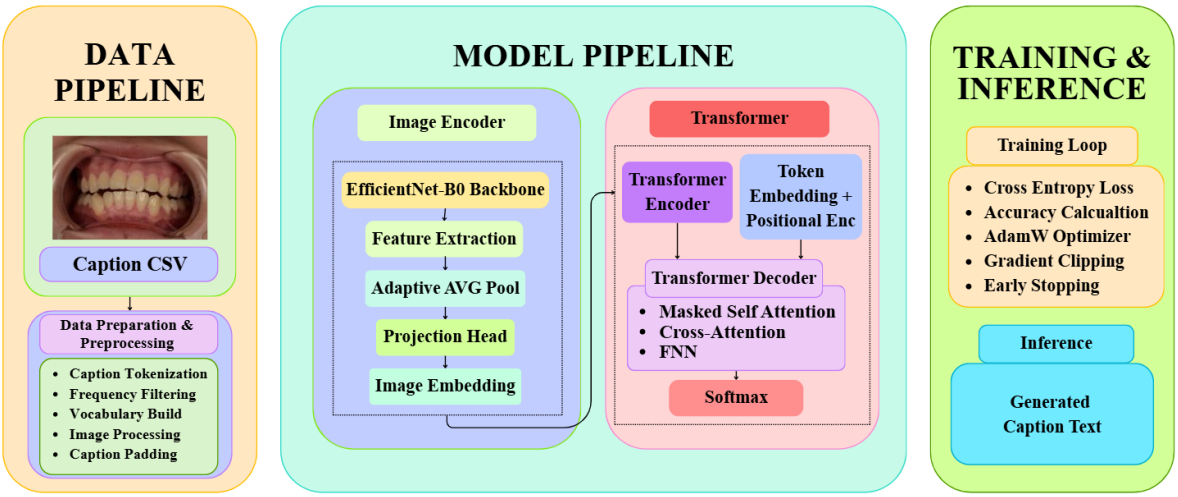


Fig. 3. CNN-Transformer Model

2.3. Evaulation metrics

Evaulation metrics are the tools used to measure the success of experimental studies. In this study, the Accuracy (Rijsbergen, 1979), METEOR (Banerjee et al. 2005), Bilingual Evaluation Understudy (BLEU) (Papineni et al. 2002), and ROUGE-L (Lin, 2004) metrics are used. Accuracy is a performance measure that indicates the ratio of the samples correctly classified

by the model to the total number of samples. The mathematical expression of the Accuracy metric is given in Equation (1).

$$Accuracy = \frac{True\ Positive + True\ Negative}{True\ Positive + True\ Negative + False\ Positive + False\ Negative} \quad (1)$$

METEOR is a performance metric that measures the similarity between the generated text and the reference text. It considers not only exact word matches but also matches based on stem structure and semantic similarity. The mathematical expression of the METEOR metric is given in Equation (2).

$$METEOR = \left(1 - \gamma\left(\frac{number\ of\ matched\ chunks}{number\ of\ matched\ words}\right)^{\theta}\right) \cdot \frac{Precision \times Recall}{\alpha \cdot Precision + (1-\alpha) \cdot Recall} \quad (2)$$

Here, $Precision$ and $Recall$ represent the ratios of correctly matched words between the generated and reference texts. The parameters γ, θ, and α are used for penalty and weighting purposes (generally γ = 0.5, θ = 3, α = 0.9) (Rijsbergen, 1979).

BLEU is a performance metric that evaluates generated texts by comparing them with reference texts and is based on n-gram matches. It computes the presence of the n-grams in the generated sentence within the reference texts. The mathematical expression of the BLEU metric is given in Equation (3).

$$BLEU = BP \times \exp\left(\sum_{n=1}^{N} w_n\ log\ p_n\right) \quad (3)$$

Here, BP denotes the brevity penalty, p_n denotes the n-gram precision scores, and w_n denotes the weights corresponding to each n-gram level.

ROUGE-L is a performance metric that measures the similarity between reference and predicted texts using the Longest Common Subsequence (LCS) (Greenberg, 2002) method. Since it takes the order of words into account, it is particularly preferred in summarization and text generation tasks. ROUGE-L produces a single score by evaluating the LCS length in terms of precision and recall and taking the harmonic mean of these two values. The mathematical expression of the ROUGE-L metric is given in Equation (4).

$$ROUGE - L = F_{LCS} = \frac{(1+\beta^2) \cdot (R_{LCS} \cdot P_{LCS})}{R_{LCS} + P_{LCS}} \quad (4)$$

Here, R_{LCS} denotes the ratio of the LCS with respect to the reference text, while P_{LCS} denotes the ratio with respect to the predicted text.

2.3. Implementation details

In this section, the hyperparameters and hardware components used to train and evaluate the models for generating descriptive texts from gingivitis images are presented. In both models, the EfficientNetB0 (Tan et al. 2019) model is used for image feature extraction. In both the CNN–LSTM and CNN–Transformer models, the embedding size and hidden size are set to 512, the batch size is fixed at 32, the total number of epochs is set to 20, and early stopping is fixed at 7. AdamW is selected as the optimizer in both models. The image input size is set to 224 × 224, and the maximum caption length to be generated is set to 50. To ensure stable learning of the model, the weight decay value is set to 1×10^{-4}. During the optimization phase, learning rates of 3×10^{-4} for the CNN–LSTM model and 5×10^{-4} for the CNN–Transformer model are preferred to ensure stable learning.

All training procedures are carried out on a system equipped with an NVIDIA P100 GPU (16 GB), an Intel Xeon CPU (2.20 GHz), and 32 GB of RAM, and the hyperparameters and hardware components used in the study are summarized in Table 1.

Table 1. Hyperparameters settings

Hyperparameters	**CNN-LSTM Model**	**CNN-Transformer Model**
	Value	Value
embed size	512	512
hidden size	512	512
num layer	2	6
dropout	0.3	0.1
learning rate	$3x10^{-4}$	$5x10^{-4}$
weight decay	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$
batch size	32	32
epoch	20	20
early stopping	7	7
img size	224	224
max caption length	50	50
optimizer	AdamW	AdamW
multi-head	-	8
feedforward (FNN)	-	2048

3. RESULTS AND CONCLUSIONS

In this study, two different DL models, namely CNN–LSTM and CNN–Transformer, are developed and compared for the automatic generation of textual descriptions from dental radiographs. While both models use the EfficientNet-B0 architecture for image processing, the CNN–LSTM employs a two-layer recurrent network structure for text generation, whereas the CNN–Transformer uses a six-layer attention-based structure. The images in the dataset include cases of gingivitis at different severity levels (from level 1 to level 4), and for each image, tooth numbers and inflammation levels are annotated in detail.

As shown in Fig. 4, the CNN–LSTM model demonstrates higher performance on the test images compared with the CNN–Transformer model. While CNN–LSTM achieves a score of 0.490 (±0.145) on the BLEU-1 metric, CNN–Transformer lags behind with 0.432 (±0.184), corresponding to a 13.3% difference. Similarly, for BLEU-4, CNN–Transformer achieves 0.224 (±0.120) compared with 0.241 (±0.105) obtained by CNN–LSTM (7.8% difference), and for the METEOR metric, the scores are 0.509 (±0.130) and 0.475 (±0.153), respectively (7.2% difference). For the ROUGE-L metric, both models exhibit nearly equal performance, with CNN–LSTM achieving 0.466 (±0.091) and CNN–Transformer achieving 0.468 (±0.103) (0.4% difference). The fact that the BLEU-1 scores are noticeably higher than the BLEU-4 scores (0.490 versus 0.241) indicates that the models are successful in single-word matching but have difficulty generating longer word sequences (4-grams). The higher METEOR scores (0.509 and 0.475) compared with BLEU-1 reveal that the models can make semantically correct predictions even if they do not generate word-for-word identical outputs. The high standard deviation values (ranging from 0.091 to 0.184) indicate that the cases in the dataset span a wide range in terms of complexity, and while some simple cases (mild gingivitis) achieve high scores (max BLEU-1: 0.775–0.856), complex multi-level cases pose challenges for the models. The lower standard deviation observed across all metrics for the CNN–LSTM model (average 0.117 versus 0.147) indicates that this model produces more consistent and stable predictions.

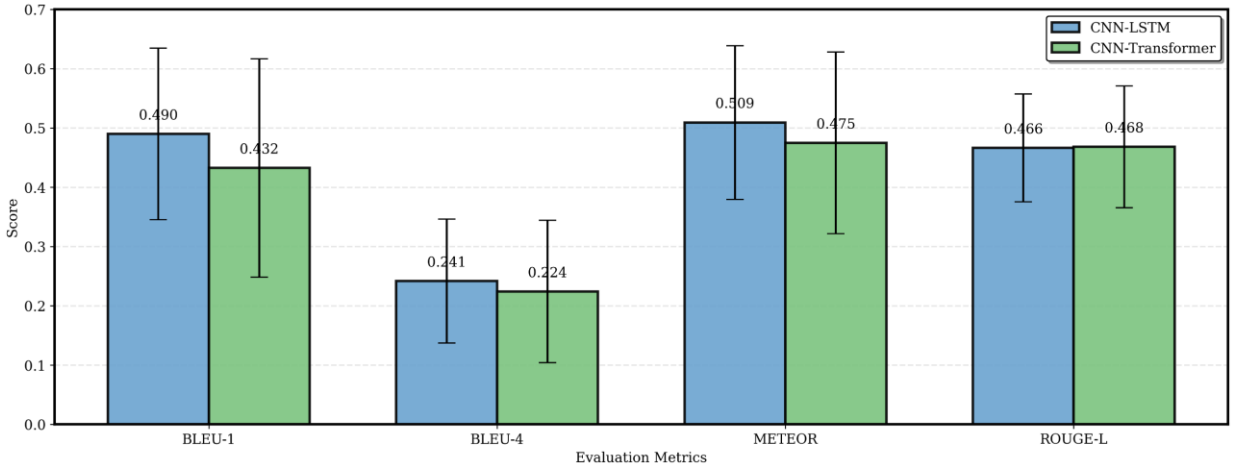


Fig. 4. Performance comparison: CNN-LSTM vs CNN-Transformer

The qualitative analysis results show that both models are able to correctly identify tooth locations; however, they experience difficulty in distinguishing inflammation severity levels. The lower standard deviation values of the CNN–LSTM model reveal that it produces more stable predictions and exhibits fewer overfitting issues during the training process. In terms of computational performance, the CNN–LSTM model is trained with 9.04 million parameters and demonstrates an average inference time of 208 milliseconds per image.

In conclusion, this study demonstrates that automatic text generation from dental images is technically feasible and presents a comparative evaluation of two different architectures. In future studies, it is anticipated that performance can be improved by balancing the dataset, augmenting rare cases, and integrating multi-task learning approaches.

REFERENCES

Ahmed, W. M., Azhari, A. A., Alnakhli, R., Alsulami, Y., Merdad, Y., Abdelrazek, M., & Sahlol, T. (2025). Development and evaluation of an artificial intelligence (AI) model for detecting dental caries from 3D intraoral scans. The Journal of Prosthetic Dentistry.

Alalharith, D. M., Alharthi, H. M., Alghamdi, W. M., Alsenbel, Y. M., Aslam, N., Khan, I. U., ... & Barouch, K. K. (2020). A deep learning-based approach for the detection of early signs of gingivitis in orthodontic patients using faster region-based convolutional neural networks. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(22), 8447.

Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M. S., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. Dental press journal of orthodontics, 23(06), 40-e1.

Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion

Banerjee, S., & Lavie, A. (2005, June). METEOR: An automatic metric for MT evaluation with improved correlation with human judgments. In Proceedings of the acl workshop on intrinsic and extrinsic evaluation measures for machine translation and/or summarization (pp. 65-72).

Bardideh, E., Alizadeh, F. L., Amiri, M., & Ghorbani, M. (2024). Designing an artificial intelligence system for dental occlusion classification using intraoral photographs: A comparative analysis between artificial intelligence-based and clinical diagnoses. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 166(2), 125-137.

Cai, Z., & Vasconcelos, N. (2018). Cascade r-cnn: Delving into high quality object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 6154-6162).

Chiurchiu, V., & Maccarrone, M. (2011). Chronic inflammatory disorders and their redox control: from molecular mechanisms to therapeutic opportunities. Antioxidants & redox signaling, 15(9), 2605-2641.
Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L. J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009, June). Imagenet: A large-scale hierarchical image database. In 2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 248-255). Ieee.
Duy, H. B., Hue, T. T., Son, T. M., Nghia, L. L., Lan, L. T. H., Duc, N. M., & Son, L. H. (2024). A dental intraoral image dataset of gingivitis for image captioning. Data in Brief, 57, 110960.
Garine, S., Janardhana, P. H., Reddy, L. L. P., Kumar, P. J. V., & Dwaz, C. G. (2024). Deep learning-based cavity detection in diverse intraoral images: a web-based tool for accessible dental care. Procedia Computer Science, 233, 882-891.
Greenberg, R. I. (2002). Fast and simple computation of all longest common subsequences. arXiv preprint cs/0211001.
He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).
Henderson, P., & Ferrari, V. (2016, November). End-to-end training of object class detectors for mean average precision. In Asian conference on computer vision (pp. 198-213). Cham: Springer International Publishing.
Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural computation, 9(8), 1735-1780.
Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861.
Khan, A., Rauf, Z., Sohail, A., Khan, A. R., Asif, H., Asif, A., & Farooq, U. (2023). A survey of the vision transformers and their CNN-transformer based variants. Artificial Intelligence Review, 56(Suppl 3), 2917-2970.
Kurt-Bayrakdar, S., Bayrakdar, İ. Ş., Kuran, A., Çelik, Ö., Orhan, K., & Jagtap, R. (2025). Advancing periodontal diagnosis: harnessing advanced artificial intelligence for patterns of periodontal bone loss in cone-beam computed tomography. Dentomaxillofacial Radiology, 54(4), 268-278.
Lin, C. Y. (2004, July). Rouge: A package for automatic evaluation of summaries. In Text summarization branches out (pp. 74-81).
Lobene, R. R. (1986). A modified gingival index for use in clinical trials. Clin. Prevent. Dent., 8, 3-6.
Löe, H., & Silness, J. (1963). Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity. Acta odontologica scandinavica, 21(6), 533-551.
Merz, G., Liu, Y., Burke, C. J., Aleo, P. D., Liu, X., Carrasco Kind, M., ... & Liu, Y. (2023). Detection, instance segmentation, and classification for astronomical surveys with deep learning (DEEPDISC): DETECTRON2 implementation and demonstration with Hyper Suprime-Cam data. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 526(1), 1122-1137.
Papineni, K., Roukos, S., Ward, T., & Zhu, W. J. (2002, July). Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation. In Proceedings of the 40th annual meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 311-318).
Petersen, P. E., Bourgeois, D., Ogawa, H., Estupinan-Day, S., & Ndiaye, C. (2005). The global burden of oral diseases and risks to oral health. Bulletin of the world health organization, 83, 661-669.
Pitts, N., & Lussi, A. (Eds.). (2009). Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries.
Rainio, O., Teuho, J., & Klén, R. (2024). Evaluation metrics and statistical tests for machine learning. Scientific Reports, 14(1), 6086.
Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. Advances in neural information processing systems, 28.
Rijsbergen, C. V. (1979). Information retrieval 2nd ed buttersworth. London [Google Scholar], 115.
Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.
Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014). Sequence to sequence learning with neural networks. Advances in neural information processing systems, 27.
Tan, M., & Le, Q. (2019, May). Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In International conference on machine learning (pp. 6105-6114). PMLR.

Trombelli, L., Farina, R., Silva, C. O., & Tatakis, D. N. (2018). Plaque-induced gingivitis: Case definition and diagnostic considerations. Journal of clinical periodontology, 45, S44-S67.
Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. Advances in neural information processing systems, 30.
Vinyals, O., Toshev, A., Bengio, S., & Erhan, D. (2015). Show and tell: A neural image caption generator. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3156-3164).
Yaseen, M. (2024, August 28). What is YOLOv8: An In-Depth Exploration of the Internal Features of the Next-Generation Object Detector. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.15857
Yoon, K., Jeong, H. M., Kim, J. W., Park, J. H., & Choi, J. (2024). AI-based dental caries and tooth number detection in intraoral photos: Model development and performance evaluation. Journal of dentistry, 141, 104821.
Young, D. A., Nový, B. B., Zeller, G. G., Hale, R., Hart, T. C., Truelove, E. L., ... & Beltran-Aguilar, E. (2015). The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. The Journal of the American Dental Association, 146(2), 79-86.
Zhang, X., Zhou, X., Lin, M., & Sun, J. (2018). Shufflenet: An extremely efficient convolutional neural network for mobile devices. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 6848-6856).
Zoph, B., Vasudevan, V., Shlens, J., & Le, Q. V. (2018). Learning transferable architectures for scalable image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 8697-8710).

MEME KANSERİ HİPERTERMİ UYGULAMALARI İÇİN AHR TABANLI GENİŞ BANTLI QUASİ-YAGİ ANTEN TASARIMI

Anıl ARSLAN
Departmant of Electronics and Communication Engineering, Istanbul Technical University, Istanbul 34469, Turkey
ORCID: 0009-0009-1005-7856

ÖZET

Bu çalışmada, meme kanseri hipertermi uygulamalarında kullanılmak üzere 2–3 GHz aralığında çalışan bir quasi-Yagi anten tasarlanmış ve performansı iyileştirilmiştir. Anten, CST Microwave Studio yazılımı kullanılarak modellenmiş olup 50 Ω koaksiyel prob besleme yapısı ile gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan anten 73.8 mm genişliğe ve 78 mm uzunluğa sahiptir. Başlangıç tasarımı 2.19–2.98 GHz aralığında çalışmakta ve toplam 0.79 GHz bant genişliği sunmaktadır. Ancak hipertermi uygulamalarında farklı dokuların geniş aralıkta değişen dielektrik özellikleri nedeniyle daha geniş bant davranışı gerekmektedir. Bu nedenle anten üzerinde iki aşamalı bir performans iyileştirmesi yapılmıştır. İlk aşamada sürücü (driver) elemanının genişlik ve uzunluğu optimize edilerek akım dağılımı daha homojen hâle getirilmiş ve antenin ışıma karakteristiği iyileştirilmiştir. İkinci aşamada ise kare Ayrık Halka Rezonatörü (AHR) tabanlı üç metamalzeme hücresi yan yana dizilerek yönlendirici (director) elemanının önüne yerleştirilmiştir. Bu iki yaklaşımın birleşimi, antenin çalışma bandını 1.98–3.32 GHz aralığına genişleterek toplam bant genişliğini 1.34 GHz'e yükseltmiş; S11 parametresi ise 2.46 GHz'de −32.3 dB olarak elde edilmiştir. Antenin biyomedikal ortamdaki performansını incelemek amacıyla 50 mm yarıçap ve 120 mm uzunluğunda silindirik bir meme fantomu oluşturulmuş, çevresine 45° aralıklarla sekiz adet quasi-Yagi anten yerleştirilmiştir. Anten–fantom mesafesi 10 mm, 15 mm ve 25 mm olarak değiştirilmiştir. 2.4 GHz frekansında hesaplanan dielektrik parametreleri yağ dokusu için $\varepsilon_r = 9.44$, $\sigma = 0.2728$ S/m; dense doku için $\varepsilon_r = 19.12$, $\sigma = 0.5984$ S/m olarak alınmıştır. Analiz sonuçları, anten–fantom mesafesinin S11 üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu; doku tipleri arasındaki dielektrik farkların ise S11 davranışını önemli ölçüde değiştirmediğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, tasarlanan antenin hipertermi uygulamaları için geniş bantlı, kararlı ve doku çeşitliliğine dayanıklı bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Quasi-yagi anten, meme hipertermisi, ayrık halka rezonatörü, fantom modelleme, biyomedikal uygulamalar

BROADBAND QUASI-YAGI ANTENNA WITH SRR-BASED ENHANCEMENT FOR BREAST CANCER HYPERTHERMIA APPLICATIONS

ABSTRACT

In this study, a quasi-Yagi antenna operating in the 2–3 GHz frequency range was designed and optimized for breast cancer hyperthermia applications. The antenna was modeled using CST Microwave Studio and implemented with a 50 Ω coaxial probe feed. The designed antenna has dimensions of 73.8 mm in width and 78 mm in length. The initial configuration operated between 2.19 and 2.98 GHz, offering a total bandwidth of 0.79 GHz. However, hyperthermia applications require a wider operational bandwidth due to the broad range of dielectric variations observed in different tissue types. Therefore, a two-stage performance enhancement was applied to the antenna. In the first stage, the width and length of the driver element were optimized to achieve a more uniform current distribution and to improve the radiation characteristics. In the second stage, three metamaterial unit cells based on square Split Ring Resonators (SRRs) were arranged side-by-side and placed in front of the director element. The combination of these two improvements expanded the antenna's operating band to 1.98–3.32 GHz, increasing the total bandwidth to 1.34 GHz, while the S11 parameter was obtained as −32.3 dB at 2.46 GHz. To evaluate the antenna's performance in a biomedical environment, a cylindrical breast phantom with a radius of 50 mm and a length of 120 mm was constructed, and eight quasi-Yagi antennas were positioned around it at 45° intervals. The antenna–phantom distance was varied as 10 mm, 15 mm, and 25 mm. Dielectric parameters calculated at 2.4 GHz were used: $\varepsilon r = 9.44$ and $\sigma = 0.2728$ S/m for adipose tissue, and $\varepsilon r = 19.12$ and $\sigma = 0.5984$ S/m for dense tissue. The analysis results show that the antenna–phantom spacing significantly affects the S11 parameter, whereas the dielectric differences between tissue types do not cause a substantial change in the S11 behavior. These findings demonstrate that the proposed antenna provides a wideband, stable, and tissue-resistant performance suitable for hyperthermia applications.

Keywords: Quasi-yagi antenna, breast hyperthermia, split ring resonator, phantom modeling, biomedical applications

KADIKÖY İLÇESİ İÇİN AKILLI ATIK YÖNETİMİ: LOCATİON-ALLOCATİON VE VPPPA TABANLI ENTEGRE BİR OPTİMİZASYON YAKLAŞIMI

İzel BOZDEMİR
Istanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı, 34467 Maslak, İstanbul
ORCID-ID: 0009-0008-3872-3593
Dursun Zafer ŞEKER
Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34467 Maslak İstanbul
ORCID-ID: 0000-0001-7498-1540

ÖZET

Akıllı atık yönetimi, kentleşmenin ve artan nüfusun yoğun olduğu bölgelerde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, hizmet planlamasının yapılması, idareler için operasyon maliyetlerin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Etkin atık yönetiminde çöp konteynerlerinin çevredeki nüfusun ihtiyacını karşılayacak şekilde konumlandırılması, konteyner doluluk seviyelerinin ve çöp üretimindeki zamansal değişimin doğru şekilde tahmin edilmesi ve atık toplama araçlarının en düşük maliyetli, en işlevsel rotaları izleyebilmesi gerekmektedir. Böylece atık toplama araçlarının gereksiz sefer yapması önlenmekte, rota planlaması gerçek ihtiyaçlara göre optimize edilmekte ve verilen hizmetten yüksek seviye verimlilik alınmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada Kadıköy ilçesindeki mevcut yol ağı, yapı, nüfus, numarataj bilgisi ve çeşitli POI (Point of Interest) verileri bütüncül olarak analiz edilmiştir. Çöp üretmesi beklenen alan ve yapılara nüfus yoğunluğu, yapı türü, bağımsız bölüm ve kat sayısı dikkate alınarak talep ağırlığı atanmıştır. Bu ağırlıklar, Location-Allocation analizinde talep noktalarının gerçekçi bir şekilde temsil edilmesi, konteyner kapasitesinin dengeli dağıtılması ve yer seçiminin yalnızca mekânsal yakınlığa değil, gerçek çöp üretim yüküne göre belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. İlçede kullanılan farklı hacim ve taşıma kapasitesine sahip konteynerlar analizde ayrı tesis tipleri olarak modellenmiştir. Her konteyner tipi kendi kapasite değeriyle sisteme tanımlanmış, böylece yüksek üretim yükünün olduğu bölgelerde yüksek kapasiteli konteynerlerin atanması, düşük yoğunluklu alanlarda ise daha küçük konteynerlerin tercih edilmesi sağlanmıştır. Rota planlaması aşamasında yol verileri PostGIS–pgRouting altyapısına taşınarak yönlülük, hız, uzunluk ve erişilebilirlik parametreleriyle matematiksel bir yol ağı oluşturulmuştur. Rota optimizasyonu için literatürde sıkça başvurulan Derin ve Pekiştirmeli Öğrenme tabanlı VPPPA (Vehicle Path Planning & Prediction Algorithm) yöntemi temel alınacaktır. VPPPA, araçların güzergâh seçimlerini geçmiş hareket verileri ve ağın güncel koşulları üzerinden öğrenerek en uygun rotayı tahmin etmeye yönelik bir algoritmadır. Konteyner doluluk tahmini, trafik yoğunluğu ve beklenen talep

değişimi gibi değişkenleri modele dâhil ederek dinamik, öngörücü ve uyarlanabilir rota önerileri üretebilmesi nedeniyle bu çalışma için uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Akıllı Atık Yönetimi, Location-Allocation, Rota Optimizasyonu, VPPPA

SMART WASTE MANAGEMENT FOR KADIKÖY DISTRICT: AN INTEGRATED OPTIMIZATION APPROACH BASED ON LOCATION-ALLOCATION AND VPPPA

ABSTRACT

Smart waste management is critical for ensuring environmental sustainability, planning services, and reducing operational costs for administrations in areas with high urbanization and population growth. Effective waste management requires the placement of waste containers to meet the needs of the surrounding population, accurate prediction of container fill levels and temporal variations in waste generation, and the ability of waste collection vehicles to follow the most cost-effective and functional routes. This prevents waste collection vehicles from making unnecessary trips, optimizes route planning according to actual needs, and achieves high levels of efficiency in the service provided. In line with this, this study comprehensively analyzed the existing road network, buildings, population, address numbering, and various POI (Point of Interest) data in the Kadıköy district. Demand weights were assigned to areas and structures expected to generate waste, taking into account population density, building type, number of independent units, and number of floors. These weights were used in the Location-Allocation analysis to realistically represent demand points, ensure balanced distribution of container capacity, and determine location selection based not only on spatial proximity but also on actual waste generation load. Containers of different volumes and transport capacities used in the district were modeled as separate facility types in the analysis. Each container type was defined in the system with its own capacity value, thus ensuring that high-capacity containers were assigned to areas with high production loads, while smaller containers were preferred in low-density areas. During the route planning phase, road data was transferred to the PostGIS–pgRouting infrastructure to create a mathematical road network based on directionality, speed, length, and accessibility parameters. The Deep and Reinforcement Learning-based VPPPA (Vehicle Path Planning & Prediction Algorithm) method, frequently used in the literature for route optimization, will be used as a basis. VPPPA is an algorithm that predicts the most suitable route by learning vehicle route selections based on historical movement data and current network conditions.

It was considered a suitable approach for this study because it can generate dynamic, predictive, and adaptive route recommendations by incorporating variables such as container occupancy estimation, traffic density, and expected demand changes into the model.

Keywords: Smart Waste Management, Location-Allocation, Route Optimization, VPPPA

GÖRÜNTÜ TABANLI DÖNÜM NOKTALARINI BELİRLEMEDE YENİ EĞİLİMLER: HİBRİT SEGMENTASYON–KOORDİNAT SİSTEMLERİ

Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK
Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-1898-7718

ÖZET

Dönüm noktalarının belirlenmesi, tıbbi görüntüleme, yüz analizi, biyometrik sistemler ve robotik algılama dahil olmak üzere birçok alanda önemli bir girişimdir. Bu sorun için yaygın olarak iki temel yaklaşım kullanılmaktadır: segmentasyona dayalı yöntemler ve koordinat tespit (regresyon) tabanlı yöntemler. Segmentasyon yöntemleri, hedef yapının piksel düzeyinde hassas bir şekilde konumlandırılmasını kolaylaştırarak yapısal bağlamının sağlam bir şekilde korunmasını sağlar. Ancak, özellikle küçük anatomik yapılar bağlamında, dönüm noktalarının hassasiyetinin sınırlı olabileceği unutulmamalıdır. Son çalışmalar, koordinat algılama yaklaşımlarının belirli sınır noktalarını doğrudan regresyona tabi tutarak düşük hesaplama maliyetleriyle yüksek konumsal doğruluk sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, karmaşık veya oldukça değişken görüntülerde, yapısal bütünlük ve bağlam bilgisi eksikliği nedeniyle kararlılık kaybı olasılığı vardır.

Son yıllarda, literatürde her iki yöntemin avantajlarını birleştirmeyi amaçlayan hibrit modeller ortaya çıkmıştır. Bu hibrit sistemler, karakteristik olarak, koordinat regresyonuna rehberlik etmek için segmentasyon ağlarından elde edilen bölgesel bağlam bilgilerini bir ön bilgi olarak kullanır veya alternatif olarak, segmentasyon maskelerinin iyileştirilmesinde koordinat tahminini bir kısıtlama olarak ele alır. Bu, hem piksel düzeyindeki yapıların hem de nokta hassasiyetinin eş zamanlı olarak korunmasını sağlar. Hibrit yaklaşımların, özellikle tıbbi görüntülemede, çok düşük kontrastlı anatomik bölgelerde ve yüksek anatomik varyasyona sahip veri kümelerinde daha tutarlı bir performans sunduğu bildirilmiştir.

Mevcut çok sayıda çalışma, hiçbir tekil yaklaşımın tüm senaryolarda üstün olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte, segmentasyon ve koordinat tespitinin birleşiminin hem doğruluk hem de genelleştirilebilirlik açısından daha dengeli sonuçlar ürettiği gösterilmiştir. Sonuç olarak, gelecekteki dönüm noktası tespit araştırmalarının, çok aşamalı veya çok görevli hibrit mimariler kullanan, nokta hassasiyetinde ve gürültüye dayanıklı modellerin geliştirilmesine odaklanacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme, Dönüm Noktası Tespiti, Segmentasyon, Koordinat Regresyonu, Hibrit Modeller

NEW TRENDS IN IMAGE-BASED LANDMARK DETECTION: HYBRID SEGMENTATION–COORDINATE SYSTEMS

ABSTRACT

The identification of landmarks is a significant undertaking in numerous disciplines, including medical imaging, facial analysis, biometric systems, and robotic sensing. Two fundamental approaches are widely used for this problem: segmentation-based methods and coordinate detection (regression)-based methods. Segmentation methods facilitate precise pixel-level localization of the target structure, ensuring its structural context is robustly preserved. However, it should be noted that the precision of landmarks can be limited, especially in the context of small anatomical structures. Recent studies have demonstrated that coordinate detection approaches can offer high positional accuracy with reduced computational costs by directly regressing specific landmarks. However, in complex or highly variable images, stability is likely to be lost due to a lack of structural integrity and context information.

In recent years, hybrid models that seek to combine the advantages of both methods have emerged in the literature. These hybrid systems characteristically utilise regional context information obtained from segmentation networks as a priori information to guide coordinate regression or, alternatively, treat coordinate estimation as a constraint in the refinement of segmentation masks. This enables the concurrent preservation of both pixel-level structures and point-level accuracy. It has been reported that hybrid approaches offer more consistent performance in very low-contrast anatomical regions and datasets with high anatomical variation, particularly in medical imaging.

A plethora of extant studies have demonstrated that no singular approach is superior in all scenarios. However, the combination of segmentation and coordinate detection has been shown to produce more balanced results in terms of both accuracy and generalizability (Smith, 2021). Consequently, it is anticipated that future research in landmark detection will focus on the development of point-level, noise-robust models using multi-stage or multi-task hybrid architectures.

Keywords: Deep Learning, Landmark Detection, Segmentation, Coordinate Regression, Hybrid Models

OTOMOTİVDE KULLANILAN PLASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ: GERİ DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNİN VERİMLİLİK VE MALİYET ANALİZİ

Alican AKDENK
Pamukkale University, Institute of Science, Department of Automotive Engineering, 20160 Kınıklı, Denizli
ORCID: 0000-0003-0489-9984

ÖZET

Plastik malzemeler, hafiflik, dayanıklılık ve düşük maliyet avantajları sayesinde otomotiv sektöründe uzun süredir yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım ömürlerini tamamlamış bu ürünlerin geri dönüşümü hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Plastik atıkların geri kazanımı için uygulanan yöntemler arasında mekanik geri dönüşüm ve kimyasal geri dönüşüm (piroliz) öne çıkmaktadır. Her iki yöntem, bu çalışmada maliyet ve verimlilik açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Mekanik geri dönüşüm süreci; ayıklama, yıkama, kurulama ve ekstrüzyon adımlarını içerirken, piroliz yöntemi plastik atıkları oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıkta işleyerek piroliz yağı, gaz ve katı karbon gibi ürünlere dönüştürmektedir. Analizlerde farklı ülkelerde yapılan çalışmaların ortalama maliyet verileri dikkate alınmıştır. Mekanik geri dönüşümün ortalama proses maliyeti 0,343 €/kg olup, 1 kg plastik atıktan ortalama 0,84 kg granül elde edilir. Piroliz yönteminde ise maliyet 0,306 €/kg olarak belirlenmiş, 1 kg plastik atıktan ortalama 0,46 kg piroliz yağı, 0,29 kg gaz ve 0,25 kg katı ürün elde edilir. Ancak piroliz prosesi sonucu oluşan ürünlerin rafinasyon gereksinimi, düşük satış fiyatı ve yüksek kurulum maliyetleri nedeniyle ekonomik açıdan mekanik geri dönüşüm daha avantajlı bulunmuştur. Ayrıca mekanik yöntem, otomotiv sektöründe geri kazanılmış plastiklerin yeniden kullanımına olanak tanırken, piroliz ürünleri genellikle enerji üretimi veya yakıt olarak değerlendirilmekte, bu da kullanım alanını sınırlamaktadır. Sonuç olarak, otomotiv sektöründe plastik geri dönüşüm stratejilerinin belirlenmesinde mekanik yöntem hem maliyet hem de piyasa uygulanabilirliği açısından öne çıkmaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilir üretim hedefleri doğrultusunda geri dönüşüm politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik ve kimyasal geri dönüşüm, piroliz, plastik atık, otomotiv sektörü, maliyet analiz

RECYCLING PLASTICS USED IN AUTOMOTIVE: EFFICIENCY AND COST ANALYSIS OF RECYCLING PROCESSES

ABSTRACT

Plastic materials have long been widely used in the automotive industry thanks to their advantages of lightness, durability, and low cost. Recycling these end-of-life products is crucial

for both environmental sustainability and economic reasons. Mechanical recycling and chemical recycling (pyrolysis) are prominent methods for recycling plastic waste. Both methods are comparatively examined in this study in terms of cost and efficiency. The mechanical recycling process involves sorting, washing, drying, and extrusion, while the pyrolysis method processes plastic waste at high temperatures in an oxygen-free environment, converting it into products such as pyrolysis oil, gas, and solid carbon. The analyses considered average cost data from studies conducted in different countries. The average process cost of mechanical recycling is 0.343 €/kg, and 1 kg of plastic waste yields an average of 0.84 kg of granules. For the pyrolysis method, the cost was determined to be 0.306 €/kg, and 1 kg of plastic waste yields an average of 0.46 kg of pyrolysis oil, 0.29 kg of gas, and 0.25 kg of solid product. However, due to the refining requirements, low sales prices, and high installation costs of the products resulting from the pyrolysis process, mechanical recycling has been found to be more economically advantageous. Furthermore, while the mechanical method allows for the reuse of recycled plastics in the automotive industry, pyrolysis products are generally utilized for energy production or fuel, limiting their potential use. Consequently, the mechanical method stands out in determining plastic recycling strategies in the automotive industry, both in terms of cost and market viability. This study contributes to the development of recycling policies in line with sustainable production goals.

Keywords: Mechanical and chemical recycling, pyrolysis, plastic waste, automotive industry, cost analysis

1. INTRODUCTION

Plastics have become an indispensable group of materials in today's world. Thanks to their synthetic or semi-synthetic structures, they offer advantages such as lightness, durability, flexibility, and low cost, finding widespread use in many sectors such as automotive, construction, electronics, and healthcare. In the automotive industry in particular, the use of plastic materials is increasing every year to reduce vehicle weight and fuel consumption. Preferring plastic components instead of metal parts in vehicles both reduces production costs and contributes to environmental sustainability by reducing carbon emissions. (Yakisik 2023). Looking at the present day, we cannot imagine a world without plastics or synthetic organic polymers, as plastics are present in every aspect of our lives. The use of plastics, primarily in the automotive and construction sectors, has made them the main material in the production of parts. While bakelite, the first synthetic plastic, began to appear in the early 20th century, widespread use of plastics outside of military applications began after World War II. Following this period, there was an explosion in the rate of plastic production, and this rate continues to

this day. It is estimated that approximately 8,300 million tons of unprocessed plastic have been produced to date (Bacak 2022).

The history of plastics dates to the late 19th century. Bakelite, the first synthetic plastic, was produced by Leo Baekeland in 1907, and this invention paved the way for the birth of the plastics industry. From the 1950s onwards, plastic production increased rapidly, and today the annual production exceeds 420 million tons. However, this rapid increase in production has also brought with it serious environmental problems regarding the management of plastic waste. The fact that plastics do not decompose in nature, accumulate in marine and terrestrial ecosystems, and release harmful gases during incineration further highlights the importance of recycling. (Tasdemir 2023).

Polymers such as polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyamide (PA), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), and polyurethane (PU) stand out among the plastics used in the automotive industry. These materials are used in many components such as bumpers, instrument panels, fuel systems, and interior trim parts. For example, approximately 16% of a vehicle's total weight consists of plastic materials, resulting in a 3% to 7% reduction in fuel consumption. (Usuki 2002).

However, once plastics reach the end of their lifespan, recycling them has become a critical necessity, both economically and environmentally. Currently, two main methods are used for plastic recycling: mechanical recycling and chemical recycling (pyrolysis). Mechanical recycling converts plastic waste into granules through physical processes such as sorting, washing, drying, and extrusion, while pyrolysis processes plastics at high temperatures in an oxygen-free environment, transforming them into products such as fuel and gas. Both methods differ in terms of cost, efficiency, and environmental impact. (Öker 2010).

The aim of this study is to compare mechanical and pyrolysis methods in the recycling of plastics used in the automotive industry in terms of cost and efficiency, and to offer suggestions for sustainable recycling strategies based on the findings

2. MATERIAL AND METHODS

This section evaluates the line setup costs for mechanical and chemical recycling methods. Only machinery and equipment items are considered in the analysis. The main objective of this approach is to ensure the comparability of setup costs by minimizing variability arising from different geographical and economic conditions. Furthermore, using data from various scientific and technical sources in the literature, the process costs of both methods are analyzed in detail. In these analyses, efficiency parameters are considered alongside cost components, thus enabling a comparative evaluation of the methods in terms of economic feasibility and

sustainability. This part of the study aims to provide decision-makers with an objective basis for selecting recycling technologies and planning investments.

2.1. Installation Costs of Recycling Lines

This section of the study addresses the line setup costs for mechanical and chemical recycling methods. These cost calculations only consider equipment costs for line setup; energy consumption, labor costs, and costs related to water and chemicals used in the processes are excluded. The main reason for this approach is that these operating costs vary significantly between countries and regions. Variables such as energy prices, labor wages, and chemical procurement costs fluctuate considerably depending on local economic conditions. Therefore, to increase the comparability and validity of the cost analysis at the international level, only fixed costs related to equipment procurement have been included in the calculation.

Mechanical Recycling Line

- Sorting line: 1,000,000 USD
- Shredding, washing and drying line: 1,500,000 USD
- Extrusion line: 363,000 USD
- Total: 2,863,000 USD (Made-in-China.com 2025).

Chemical (Pyrolysis) Recycling Line

- Sorting line: 1.000.000 USD
- Shredding, washing and drying line: 1.500.000 USD
- Extrusion line: 830.000 USD
- Total: 3.330.000 USD (Made-in-China.com 2025).

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study compares mechanical recycling and chemical recycling (pyrolysis), two main methods for recycling plastics used in the automotive industry, in terms of cost and efficiency. Analyses were conducted using average values from various studies in the literature.

3.1. Findings from Mechanical Recycling

The mechanical recycling process consists of sorting, shredding, washing, drying, and extrusion steps. Research has shown that:

- The average process cost was determined to be 0.343 €/kg.
- An average of 0.84 kg of granules were obtained from 1 kg of plastic waste.
- Energy consumption varied between 0.18–0.24 kWh/kg depending on the process steps.

- The selling price of granules obtained as a result of mechanical recycling is 0.83 €/kg, which has a higher market value compared to pyrolysis products (PlasticPortal.eu, 2025).

3.2. Findings from Chemical (Pyrolysis) Recycling

Pyrolysis is a method that processes plastic waste in an oxygen-free environment at high temperatures, converting it into liquid, gas, and solid products. Analyses revealed the following:

- The average process cost was calculated as 0.306 €/kg.
- An average of 0.46 kg of pyrolysis oil, 0.29 kg of gas, and 0.25 kg of solid carbon were obtained from 1 kg of plastic waste.
- The selling price of pyrolysis oil is 0.58 €/kg, which is approximately 30% lower than the market value of mechanically recycled granules (IMARC Group 2025).
- Energy consumption in the pyrolysis process is higher than in mechanical recycling, which increases the carbon footprint.

Table 3. Income and expense statement by process type.

Process type	Line Installation Cost	Cost (of the process occurring within the business)	Productivity			Sale price
Mechanical Recycling	2.863.000 USD	0,343 €/kg	0,84 kg			0,83 €/kg
Chemical Recycling	3.330.000 USD	0,306 €/kg	Pyrolyzed oil	Gas	Solid carbon	0,58 €/kg
			0,46 kg	0,29 kg	0,25 kg	

3.3. Comparative Assessment

The advantages and disadvantages of both methods can be summarized as follows:

- Mechanical recycling is economically advantageous due to its lower installation cost and high market value.
- Pyrolysis offers a more flexible solution for the recovery of heterogeneous plastic waste, but it is costly and environmentally disadvantageous due to its high energy consumption and refining requirements.
- In terms of carbon footprint, mechanical recycling stands out with its lower emission values.

CONCLUSIONS

This study compares mechanical recycling and chemical recycling (pyrolysis), two main methods for recycling plastics used in the automotive industry, in terms of cost and efficiency. Average data from studies conducted in different countries were used in the analysis, excluding collection and transportation costs.

According to the findings:

Mechanical recycling is economically advantageous due to its lower installation cost (USD 2,863,000), high efficiency (0.84 kg of granules from 1 kg of waste), and higher granule sales price (0.83 €/kg) compared to pyrolysis products.

Although the pyrolysis method offers a flexible solution for the recovery of heterogeneous plastic waste, it is economically disadvantageous due to its high energy consumption, refining requirements, and low product sales price (0.58 €/kg).

From an environmental perspective, mechanical recycling stands out with its lower carbon footprint. The pyrolysis method, on the other hand, requires additional measures in terms of carbon emissions and byproduct disposal.

In conclusion, mechanical recycling stands out as a more suitable option in determining plastic recycling strategies in the automotive sector, both in terms of cost and market applicability. Pyrolysis, on the other hand, has limited application areas due to its advanced technology requirements and high installation costs.

REFERENCES

Yakışık, H. (2023). Plastik Atıklar Ve Sürdürülebilirlik: Türkiye'de Plastik Atık Y. Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 9(2), 36-55.

Taşdemir, H. A. (2023). Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilmiş polikarbonat malzemelerin çevresel gerilme çatlaması davranışlarının incelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(3), 983-989.

Usuki, A., Tukigase, A., & Kato, M. J. (2002). Preparation and properties of EPDM–clay hybrids. Polymer, 43(8), 2185-2189.

Öker, H. (2010). Mikrodalga Ortamında Polyamid Elyafın Asit Boyarmaddelerle Boyama kinetiğinin Incelenmesi (Master's thesis, Sakarya Universitesi (Turkey)).

Made-in-China.com. (t.y.). Manufacturers, Suppliers & Products in China. Erişim tarihi: 01 Ekim 2025, https://www.made-in china.com/?pv_id=1j6f7d5ak838&faw_id=1j6f7db3m3fb&bv_id=1j6f7db3n68f&pbv_id=1j6f7d4ide1f

Bacak, S. (2022). ABS, PLA, TPU (Flex) Malzemelerden Farklı Parametreler Kullanılarak Üretilmiş Numunelerin Çekme Dayanımı Özelliklerinin İncelenmesi. Yekarum, 7(2), 58-64.

IMARC Group. (2025). Pyrolysis Oil Price Trend, Index and Forecast. Retrieved from https://www.imarcgroup.com/pyrolysis-oil-price-trend

PlasticPortal.eu. (2025). Recycled plastic price reports. myCEPPI. Retrieved from https://www.plasticportal.eu/price-reports

YAPAY ZEKA DESTEKLİ DEĞER AKIŞ HARİTALAMA: DİJİTAL VSM İÇİN KAVRAMSAL BİR MODEL ÖNERİSİ

Özgür ŞAHİN
Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği Programı, Bursa – Türkiye,
ORCID NO: 0009-0001-1480-0901
Merve YILMAZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa – Türkiye,
ORCID NO: 0000-0002-1236-355X
Hasan ŞAHİN
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa – Türkiye,
ORCID NO: 0000-0002-8915-000X

ÖZET

Üretim endüstrisinde, iç ve dış tedarik zincirinin tüm halkalarından elde edilen veri akışına dayalı güvenilir tahminler; israfın azaltılması, kayıpların önlenmesi ve müşteri memnuniyetinin sürdürülebilir şekilde sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Yapay Zekâ (YZ), bu hedeflere ulaşmak için üretim sistemlerini daha akıllı, esnek ve öngörülebilir yapılara dönüştüren stratejik bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Üretim süreçlerini bütünsel bir bakış açısıyla ele alan Değer Akış Haritalama (Value Stream Mapping – VSM) ise bilgi, malzeme ve proses akışlarını görünür kılarak israfların tespit edilmesini sağlayan temel bir yalın üretim metodudur. VSM ile YZ modellerinin entegrasyonu, yalnızca süreçlerdeki iyileştirmeleri hızlandırmakla kalmayıp; üretim tesislerindeki ürün ailelerine ait mevcut durum haritalarının manuel yöntemlerle hazırlanmasına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak bu süreci otomatikleştirme potansiyeli sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, YZ modelleri genel hatlarıyla tanıtılmış, VSM yöntemini destekleyebilecek çeşitli yapay öğrenme yaklaşımları değerlendirilmiş ve öngörülebilir performans metrikleri için bağımlı/bağımsız değişken setleri tablolaştırılmıştır. Ayrıca, mevcut durum haritasının bir arayüzde otomatik olarak oluşturulmasına olanak sağlayabilecek gelişmiş YZ model türleri de ele alınmış ve önerilen tabloda bu modellere yer verilmiştir. Elde edilen tüm değişken seti ve kavramsal yapı, VSM'nin dijital dönüşümünde YZ modellerinin anahtar bir bileşen olarak nasıl konumlandırılabileceğine dair yeni bir perspektif sunmakta ve literatürde bu yönde geliştirilecek çalışmalara teorik bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Değer Akış Haritalama (VSM), Yapay Zekâ (AI), Bağımlı Değişkenler, Bağımsız Değişkenler

AI-POWERED VALUE STREAM MAPPING: A CONCEPTUAL MODEL PROPOSAL FOR DIGITAL VSM

ABSTRACT

In the manufacturing industry, reliable forecasts derived from data flowing through all internal and external links of the supply chain play a critical role in minimizing waste, preventing operational losses, and ensuring sustainable customer satisfaction. Artificial Intelligence (AI) has emerged as a strategic technology that enhances these objectives by transforming production systems into smarter, more flexible, and more predictive structures. Value Stream Mapping (VSM), on the other hand, is a fundamental lean production method that visualizes information, material, and process flows, thereby enabling the identification of various forms of waste within the system. The integration of VSM with AI models not only accelerates process improvements but also offers the potential to automate the traditionally manual task of creating current-state maps for product families across an entire production facility. In this study, AI model categories are introduced, and machine learning approaches that can be combined with the VSM methodology are examined. Moreover, dependent and independent variable sets for key predictive performance metrics are defined and tabulated. Advanced AI model structures that could enable automatic generation of current-state maps through a user interface are also discussed and incorporated into the proposed framework. The resulting variable sets and conceptual structure present a new perspective on positioning AI models as a key enabler in the digital transformation of VSM. This study provides a theoretical foundation for future research aiming to integrate AI-driven predictive analytics and automation into value stream management practices.

Keywords: Value Stream Mapping (VSM), Artificial Intelligence (AI), Dependent Variables, Independent Variables

1.GİRİŞ

Değer kavramı, tüm endüstriyel sistemlerin merkezinde yer alan temel bir unsurdur. Bir ürüne ya da hizmete değer kazandıran şey, müşterinin ödeme yapmayı kabul ettiği fonksiyonellik ve faydanın oluşturulduğu anlardır. Fen ve sosyal bilimler literatürü, üretim süreçlerine değer katmanın ve değeri görünür kılmanın hem rekabet hem de sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşıdığını vurgulamaktadır [4, 5, 16, 23]. Bununla birlikte, değer yaratma süreci çoğu zaman değer katmayan faaliyetlerin de yürütülmesini zorunlu kılmakta ve müşteriler artık bu katma değersiz işlere tahammül göstermemektedir. Nitekim işletmelerden her yıl fiyat indirimi talep edilmesi, bu baskının somut bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır [16, 17, 21, 22].

Günümüzde Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçişle birlikte teknoloji, tarihte hiç olmadığı kadar yüksek bir hızla dönüşmektedir. Bu dönüşüm, geleneksel üretim ve yönetim yöntemlerinin ya tamamen ortadan kalkmasına ya da yeni teknolojilerle bütünleşerek farklı biçimlere evrilmesine neden olmaktadır. Pratiklik, hız, esneklik ve öngörülebilirlik, modern rekabet ortamında öne geçmenin en kritik bileşenleri hâline gelmiştir. Üretim sistemi ister mal, ister hizmet, ister bilgi üretsin; artan hammadde, işgücü, enerji ve ekipman maliyetleri ile müşterilerin talep ettiği fiyat baskısı işletmeleri daha yalın, daha verimli ve daha dijital modellere yöneltmektedir.

Bir işletmenin temel amacının "para kazanmak" olduğu [1]; müşteri için bir ürünün bulunduğu her yerde bir değer akışının var olduğu ve rekabet avantajının bu akışı doğru görebilmekten geçtiği [2] düşünüldüğünde, Değer Akış Haritalama (Value Stream Mapping – VSM) yöntemi, üretim akışını bütünsel bir resim hâlinde görünür kılan güçlü bir yalın üretim aracıdır. VSM; hammadde tedarikinden ürünün müşteriye ulaşmasına kadar tüm adımları, bilgi–malzeme–proses akışı boyutlarında ortaya koyarak israfların tespit edilmesini sağlar. Ancak bu yararlı yöntemin günümüzde hâlâ büyük ölçüde manuel olarak uygulanması önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır.

Genellikle elle, Excel temelli çizimlerle veya E-VSM gibi web tabanlı manuel araçlarla hazırlanan mevcut durum haritalarında; çevrim süreleri, stoklar, süreç akışları, bilgi akışı sembolleri gibi metrikler ayrıca hesaplanmakta ve manuel olarak haritaya işlenmektedir. 2025 yılında Bursa Teknik Üniversitesi'nde düzenlenen Dijital Dönüşüm Zirvesi'nde yer alan kurumsal bir firmanın beyanına göre, bir üretim tesisindeki tüm mevcut durum haritalarının tamamlanması yaklaşık üç yıl sürmektedir. Benzer ölçekli işletmelerde de sürecin aynı zorluk ve zaman maliyetiyle yürütüldüğü tahmin edilmektedir. Bu durum, VSM'nin dijitalleşmesi ve otomatikleştirilmesi gerekliliğini açıkça göstermektedir.

Bu çalışma, yapay zekâ algoritmaları ile entegre çalışan bir Değer Akış Haritalama platformunun kavramsal olarak modellenmesini amaçlamaktadır. Önerilen platform;

- üretim sistemlerinden gerçek zamanlı veri toplayabilen,
- bu verileri YZ modelleri ile işleyerek performans metriklerini tahmin edebilen,
- bilgi, malzeme ve proses akışlarını bir arayüz üzerinde otomatik olarak görselleştirebilen,
- ürün ailelerine ait mevcut durum haritalarını tek bir tıkla oluşturabilen

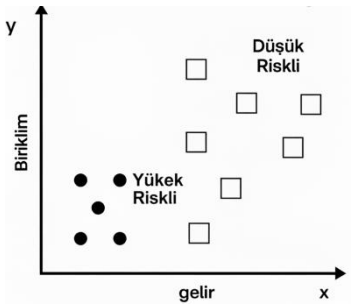
akıllı ve dinamik bir yapı olarak tasarlanmaktadır.

Bu vizyon doğrultusunda, AI agent–API–MCP entegrasyonunun sağlandığı bir yapay zekâ destekli VSM arayüzünün; gelecekte manuel VSM uygulamalarının yerini alarak işletmelere

hız, doğruluk, standartlaşma ve karar destek üstünlüğü sağlayacağı öngörülmektedir.

2. YAPAY ÖĞRENME

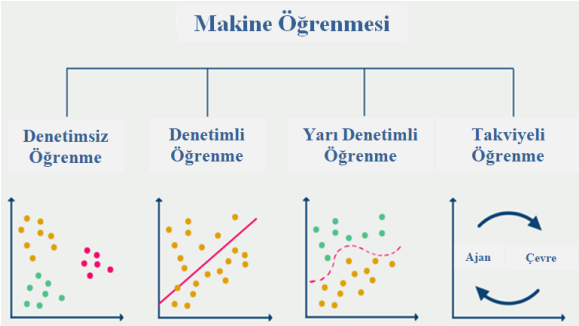
1980'li yıllardan itibaren bilgisayar bilimi ve istatistik alanlarında yapay sinir ağlarına duyulan ilginin artmasıyla birlikte, binlerce işlemcinin paralel çalışmasına imkân tanıyan Very Large Scale Integration (VLSI) teknolojilerindeki gelişmeler, yapay zeka araştırmalarında önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu gelişmeler, klasik programlama anlayışında çıktının yalnızca "pasif veri" olarak ele alınması yaklaşımını dönüştürmüş; verinin, örüntü tanıma teknikleriyle kendi iç ilişkilerini keşfedebilen "aktif bir öğrenme girdisine" dönüşmesini sağlamıştır. Bu dönüşüm, bugün "yapay öğrenme" olarak adlandırdığımız kavramın temelini oluşturur. Yapay öğrenmenin en güçlü yönü ise, öğrendiği örneklerden genelleme yapabilme yeteneğidir. Nitekim Şekil 1'de gösterildiği üzere, kabul edilen düşük riskli bir kredi başvurusunun kârlılığı artırması veya reddedilen yüksek riskli bir başvurunun olası zararı önlemesi gibi örnekler üzerinden; yüksek riskli bir başvurunun yanlışlıkla kabul edilmesinin kayba yol açabileceği, düşük riskli bir başvurunun reddedilmesinin ise kaçırılmış bir kazanç anlamına gelebileceği açıkça anlaşılmaktadır [3].



Şekil 1: Yapay Öğrenme Kredi Puanlama Genelleme Örneği [3]

Yapay öğrenme genel olarak dört ana başlık altında incelenmektedir: Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme, Doğal Dil İşleme ve Bilgisayarlı Görü. Bu başlıklar arasında Makine Öğrenmesi, yapay öğrenmenin temel omurgasını oluşturduğu için daha kapsamlı olarak ele alınması gereken bir alandır. Makine Öğrenmesi, çeşitli olayların örneklerinden yola çıkarak bilgisayarların kendi kendine öğrenmesini sağlayan algoritmalar geliştirmeyi amaçlayan bir bilgisayar bilimi alt dalıdır. Bu alanda kullanılan öğrenme yaklaşımları dört temel kategoriye ayrılır: Denetimli Öğrenme (Supervised Learning), Yarı-Denetimli Öğrenme (Semi-Supervised Learning), Denetimsiz Öğrenme (Unsupervised Learning) ve Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning) [24]. Şekil 2'de, Makine Öğrenmesi türlerine yönelik veri yapılarının iki boyutlu düzlemdeki temsili gösterilmekte ve bu kategorilerin veri etiketlemesi,

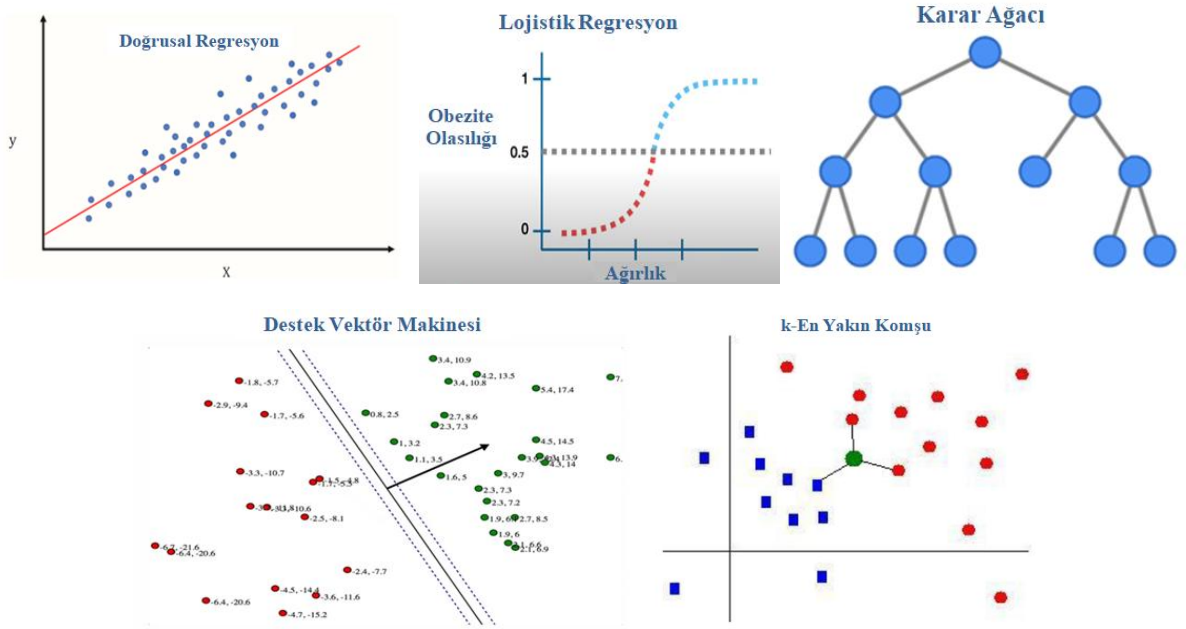
örnek yapısı ve modelleme biçimleri açısından nasıl farklılaştığı görsel olarak ortaya konmaktadır.



Şekil 2: Makine Öğrenmesi Türlerine Ait Verilerin 2 Boyutlu Düzlemdeki Görünümü

Denetimli Öğrenme, veri kümesinde yer alan etiketli örneklerden yararlanarak modelin tahmin üretmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Model, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi öğrenerek yeni veriler için öngörülerde bulunur. Buna karşılık Denetimsiz Öğrenme'de kullanılan veri kümeleri etiketsizdir ve model; kümeleme, boyut indirgeme veya aykırılık tespiti gibi yöntemler aracılığıyla verinin doğal yapısını keşfetmeye çalışır. Yarı-Denetimli Öğrenme'de ise hem etiketli hem de etiketsiz veriler birlikte kullanılır; bu durum, özellikle etiketlemenin maliyetli olduğu durumlarda daha doğruya yakın tahminler üretilmesine imkân tanır. Takviyeli Öğrenme ise ajanların belirli bir ortamda farklı eylemleri deneyerek ödül veya ceza geri bildirimi yoluyla en uygun politika ve davranış biçimini öğrenmesi süreci olarak tanımlanmaktadır.

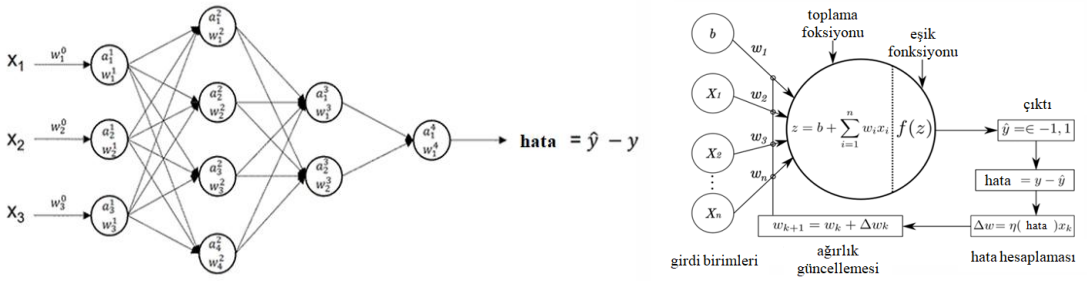
Makine öğrenmesi alanında çok sayıda algoritma bulunmakla birlikte, yaygın kullanılan bazı yöntemlere kısaca değinmek gerekirse; Doğrusal Regresyon, girdilerin doğrusal kombinasyonuna dayalı bir tahminleme yöntemidir. Lojistik Regresyon, özellikle ikili sınıflandırma problemlerinde kullanılan denetimli bir öğrenme algoritmasıdır. Karar Ağaçları, karar verme süreçlerini modellemek için kullanılan, hiyerarşik ve döngü içermeyen grafik yapılarıdır. Destek Vektör Makineleri (SVM), veriyi sınıflandırmak veya regresyon yapmak için en uygun hiper düzlemi bulan güçlü bir denetimli öğrenme yaklaşımıdır. k-En Yakın Komşu (k-NN) ise parametre gerektirmeyen, örnekler arasındaki mesafeye dayalı bir sınıflandırma ve regresyon algoritmasıdır [24]. Şekil 3'te bu algoritmaların işleyişini temsilen çeşitli grafiksel gösterimler yer almaktadır.



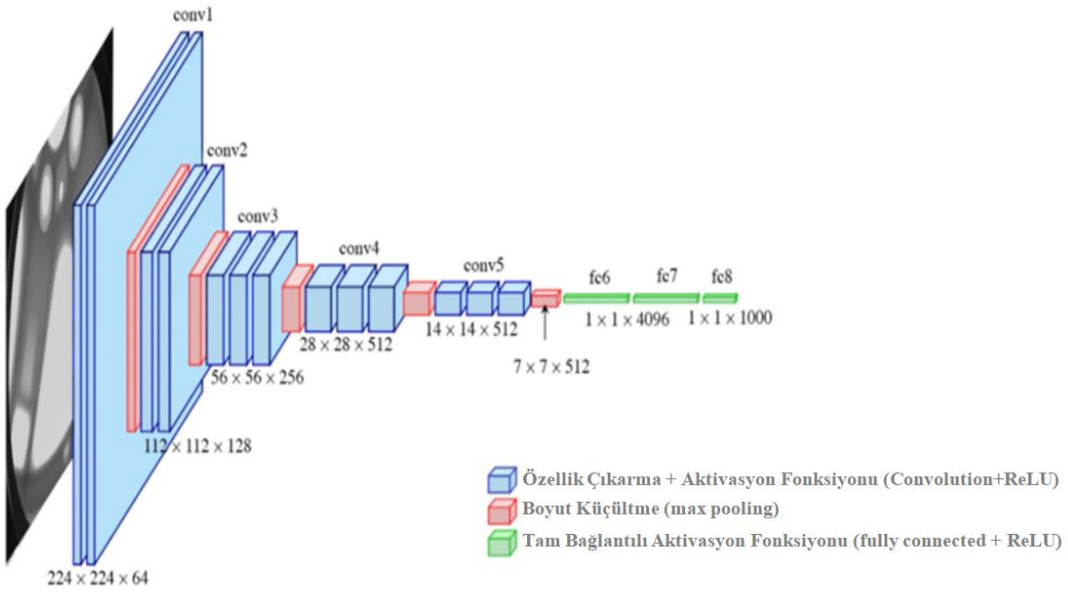
Şekil 3: Sırasıyla; Doğrusal Regresyon, Lojistik Regresyon, Karar Ağacı, Destek Vektör Makinesi'ne Ait Algoritmaların Grafiksel Görünümü

Bir makine öğrenmesi modelinin geliştirilmesinde izlenen temel adımlar sırasıyla şu şekilde özetlenebilir: veri toplama, veri ön işleme, uygun ML modelinin seçilmesi, verinin eğitim ve test olarak ayrıştırılması, modelin eğitilmesi ve doğrulanması (validasyon) ve son aşamada tahminleme (inference) sürecinin gerçekleştirilmesi. Bu adımlar, makine öğrenmesi projelerinin standart metodolojik akışını oluşturarak model performansının güvenilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır.

Yapay öğrenmenin bir diğer önemli bileşeni olan Derin Öğrenme, makine öğrenmesinin özel bir alt kümesidir ve insan beynindeki biyolojik sinir ağlarından ilham alan çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanır. Bu mimari sayesinde derin öğrenme modelleri; görüntü, ses, sensör sinyalleri ve büyük hacimli metinler gibi karmaşık ve yüksek boyutlu verilerden soyut özellikler çıkarabilir. Çok katmanlı yapı, modelin her katmanda daha üst düzey temsil öğrenmesini sağlayarak karmaşık örüntülerin yüksek doğrulukla yakalanmasına imkân tanır [9–12]. Şekil 4'te yapay sinir ağlarının iki farklı şematik gösterimi yer alırken, Şekil 5'te derin öğrenme mimarisinin genel yapısı sunulmaktadır.

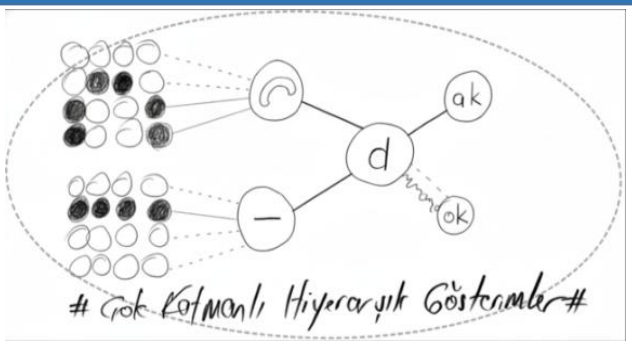


Şekil 4: Yapay Sinir Ağlarının İki Farklı Şema İle Genel Görünümü



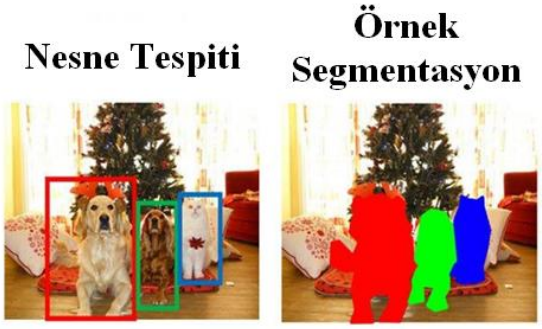
Şekil 5: Derin Öğrenme Yapısını Temsilen Convolutional Neural Network (CNN) Algoritmasına ait Örnek Bir Görünüm

Yapay öğrenmenin bir diğer temel alanı olan Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing – NLP), bilgisayarların insan dilini —yazılı ya da sözlü— anlamlandırma, yorumlama ve anlamlı çıktılar üretme yeteneğini ifade eder. NLP, metin ve konuşma verilerini analiz ederek bağlam çıkarma, duygu analizi, özetleme, çeviri, soru-cevap üretimi ve metin sınıflandırma gibi çok çeşitli görevleri yerine getirebilir. Bu teknolojiler; dilbilimsel kurallar, istatistiksel yöntemler ve derin öğrenme modellerinin birleşimiyle çalışarak bilgisayarların doğal dili insan benzeri bir şekilde işleyebilmesini sağlar [11, 18]. Şekil 6'da doğal dil işleme yapısının temel bileşenlerini örnekleyen bir şematik görsel sunulmaktadır.



Şekil 6: Doğal Dil İşleme Yapısını Örnekleyen bir Görsel [3]

Yapay öğrenmenin temel alanlarından bir diğeri olan Bilgisayarlı Görü (Computer Vision), bilgisayarların görüntü ve video gibi görsel verileri "görmesini", işlemeye tabi tutmasını, analiz etmesini ve anlamlandırmasını sağlayan bir disiplindir. Bilgisayarlı Görü, bir görüntüdeki nesnelerin tanınması, sınıflandırılması, konumlarının belirlenmesi, hareketlerinin izlenmesi ve genel ortamın yorumlanması gibi çok çeşitli görevleri kapsar. Bu alan, özellikle derin öğrenme tabanlı modellerin gelişmesiyle birlikte insan seviyesine yakın —hatta birçok görevde insanın da ötesine geçen— performanslara ulaşmıştır [4, 7, 9, 11, 15]. Şekil 7'de, Bilgisayarlı Görü süreçlerini örnekleyen nesne tespitine yönelik bir şematik görsel sunulmaktadır.



Şekil 7: Bilgisayarlı Görü Yapısına Bir Örnek: Nesne Tespiti ve Segmentasyonu

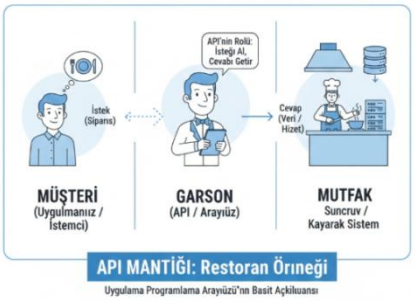
Yapay öğrenme ekosistemi; teorik mimariler, uygulama/erişim katmanları ve operasyonel bileşenlerden oluşan çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Bu ekosistemin önemli bileşenlerinden biri olan yapay zekâ ajanları (AI Agents), bulundukları çevreyi çeşitli algılayıcılar (sensörler) aracılığıyla algılayan ve elde ettikleri verilere dayanarak eyleyiciler (aktüatörler) üzerinden çevreye etki eden otonom sistemlerdir. Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme (DL) algoritmaları ise bir yapay zekâ ajanının karar verme ve öğrenme mekanizmasını oluşturan "beyin" niteliğindedir [10, 14, 18, 20, 21]. Gerçek hayata yönelik bir örnek vermek gerekirse, otonom bir aracın "hangi yöne gitmeliyim?" sorusuna yanıt üreten karar verme sistemi bir YZ ajanı olarak modellenebilir. Bu sistemde kameralar, LIDAR veya radarlar algılayıcı rolünü

üstlenirken; direksiyon, fren ve gaz sistemi ise eyleyici görevi görür. Yapay zekâ ajanının çevreden aldığı veriyi işleyerek otonom bir karar üretmesi, yapay öğrenme algoritmaları ile fiziksel eyleyici mekanizmalarının nasıl entegre çalıştığını açıkça göstermektedir. Bu örneğe ilişkin şematik gösterim Şekil 8'de sunulmaktadır.



Şekil 8: Otonom Bir aracın YZ Ajanları ile Karar Verme Sistemi

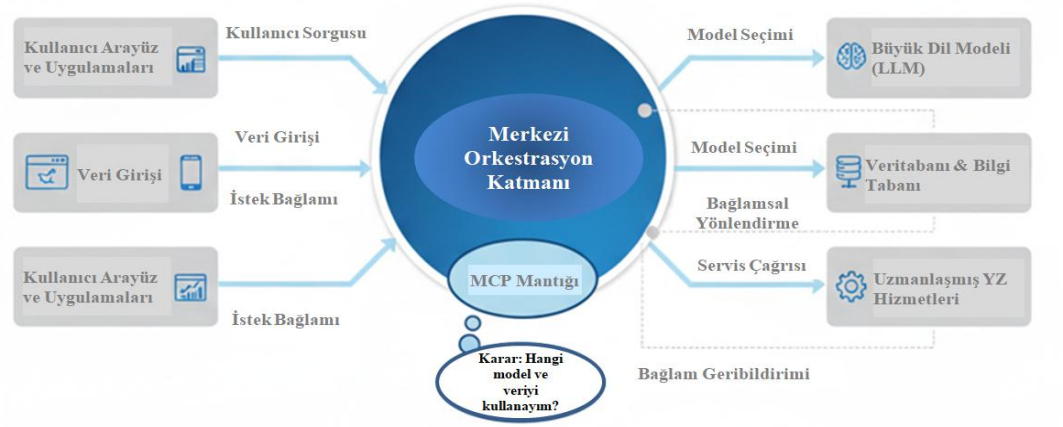
Bu çalışma kapsamında ele alınan önemli operasyonel bileşenlerden biri de API (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Arayüzü) yapısıdır. API'ler, geliştirilen yapay zekâ modellerinin diğer yazılım, uygulama veya sistemlerle güvenli ve kontrollü bir biçimde iletişim kurmasını sağlayan protokol ve kurallar bütünüdür. Başka bir deyişle API, iki yazılım arasında veri alışverişini mümkün kılan bir köprü görevi görür. Örneğin bir şirket bir Büyük Dil Modeli (LLM) geliştirdiğinde, bu modeli doğrudan son kullanıcıya açmak yerine genellikle bir API aracılığıyla erişilebilir hâle getirir; böylece model, farklı platformlara entegre edilebilir ve ölçeklenebilir bir kullanım imkânı sunar [11]. API'nin işleyişi günlük yaşamdan alınan bir benzetmeyle açıklanabilir: Bir restoranda müşteri (istemci) siparişini verir, garson (API) bu siparişi mutfağa (sunucu) iletir; mutfak yemeği (veri işleme ve yanıt üretimi) hazırlar, garson ise bunu müşteriye geri getirir. Bu döngü, yazılım sistemleri arasındaki istemci–sunucu iletişiminin temel mantığını temsil eder. API'nin bu işlevine ilişkin şematik gösterim Şekil 10'da sunulmaktadır.



Şekil 10: API: Restorandaki Garson Örneği

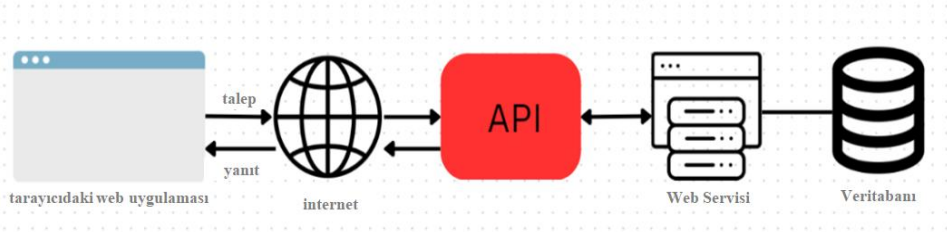
Bu çalışmada ele alınan bir diğer operasyonel bileşen olan MCP (Model Context Protocol), yapay zekâ modellerinin —özellikle büyük dil modellerinin— bağlamsal hafızasını, görev tanımlarını ve etkileşim mantığını yöneten standartlaştırılmış bir protokoldür. MCP, modelin

önceki konuşmaları nasıl saklayacağı (diyalog hafızası), geliştirici tarafından tanımlanan sistem ve güvenlik talimatlarını nasıl işleyeceği (sistem yönergeleri) ve bu bilgilerin ne zaman güncellenip ne zaman silineceği gibi süreçleri belirleyen kurallar bütünüdür. Bu protokol, modelin token sınırlarını yöneterek gereksiz bilgilerin birikmesini engeller, böylece modelin tutarlılığını, bağlamsal bütünlüğünü ve hedeflenen görev doğrultusunda çalışma disiplinini korur. Kısacası MCP, bir yapay zekâ modelinin "ne hatırlaması gerektiğini, neyi unutmaması gerektiğini ve hangi bağlamda nasıl davranması gerektiğini" belirleyen mantıksal bir çerçeve sunar [25]

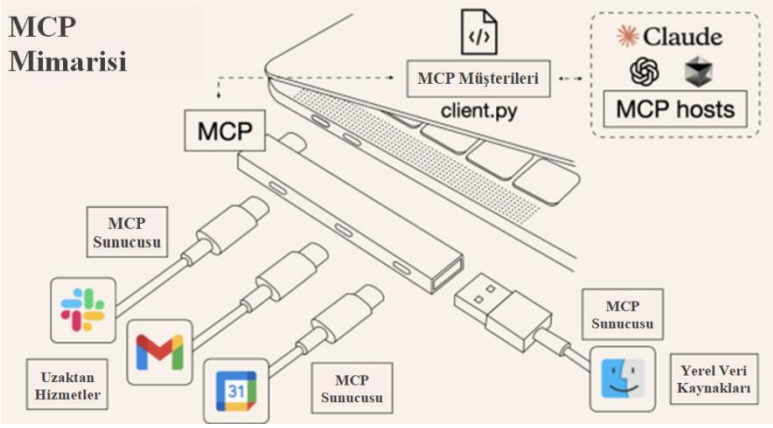


Şekil 9: MCP Çalışma Mantığı

MCP, API mimarisinin modern bir evrimi olarak değerlendirilebilir. Geleneksel yapılarda tek ve büyük bir API üzerinden yürütülen işlemler, MCP sayesinde birbiriyle iletişim hâlinde çalışan küçük, bağımsız ve uzmanlaşmış mikro hizmetlere ayrılabilmektedir. Bu yapı sayesinde her bir servis yalnızca kendi sorumluluğundaki işlemi yürütür; örneğin oturum açma için ayrı bir servis, ödeme işlemleri için başka bir servis gibi özelleşmiş yapılar oluşturulur. MCP aynı zamanda, API isteklerinin yönetiminde kritik bir rol üstlenen API ağ geçitlerini (API Gateway) devreye sokar. Bu ağ geçitleri, gelen her isteği karşılar; kimlik doğrulama, hız sınırlandırma veya yetkilendirme gibi kontrolleri gerçekleştirir ve isteği doğru mikroservise yönlendirir. Böylece arka uç (backend) sisteminin güvenliği artarken, işlem yükü optimize edilerek performans iyileştirilmiş olur. Şekil 10 ve Şekil 11'de API ve MCP mimarilerinin çalışma mantıkları ile aralarındaki temel farkları gösteren görseller sunulmaktadır.



Şekil 10: API Çalışma Mantığı [https://apidog.com/blog/mcp-vs-api/]



Şekil 11: MCP Çalışma Mantığı [https://apidog.com/blog/mcp-vs-api/]

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son yıllarda literatürde, Değer Akış Haritalama (VSM) yönteminin dijitalleşmesi, yapay zekâ (YZ) ve Endüstri 4.0/5.0 teknolojileriyle entegrasyonu üzerine yapılan çalışmaların hızla arttığı görülmektedir. Bu çalışmalar, VSM'nin geleneksel statik yapısından çıkarak dinamik, veriye dayalı ve öngörücü bir karar destek mekanizmasına dönüşebileceğini ortaya koymaktadır.

İmalat sektöründe çeşitli yapay zekâ ve simülasyon tabanlı yaklaşımların süreç verimliliğine önemli katkılar sağladığı birçok araştırma tarafından doğrulanmıştır. Örneğin De Felice ve arkadaşları (2025), elektrikli şarj istasyonu kabini üretiminde Ayrık Olay Simülasyonu (DES) modeli kullanarak aylık üretimde %70'lik artış elde etmişlerdir. Ducca ve diğerleri (2025) ise doğrusal regresyon modellerinin çevresel iyileştirmeler ve maliyet tasarrufu sağlamadaki etkisini vurgulamıştır. Carvalho ve ekibi (2025), tekstil sektöründe yapay zekâ destekli Smartex sisteminin Toyota Üretim Sistemi ile karşılaştırılması sonucunda kusur önleme ve israf azaltma yoluyla %50 oranında tasarruf sağlandığını göstermiştir. Bu çalışmalar, yapay zekânın kalite, verimlilik ve çevresel performans üzerindeki pozitif etkisini ortaya koymaktadır.

Dijital ikiz ve simülasyon tabanlı yaklaşımlar da literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Mendonça ve arkadaşları (2025), Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçişte büyük veri analitiği ve dijital ikiz teknolojilerinin belirleyici olacağını vurgulamıştır. Florescu (2024), esnek imalat

sistemlerinde dijital ikiz ve zaman bağımlı simülasyon yöntemleriyle sistem hatalarının öngörülebilirliğini artırmayı başarmıştır. Liu ve ekibi (2025), Python–Simpy tabanlı simülasyon ile hat içi stokta %54,5, çevrim süresinde ise %5,99 azalma elde ederek dijital kopya oluşturmanın üretim operasyonlarında güçlü bir araç olduğunu göstermiştir.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim performansına entegrasyonu üzerine yapılan çalışmalar da dikkat çekicidir. Hossain (2024), otomotiv montajında görüntü işleme ve akıllı sensörlerle OEE performansının %10,4 arttığını rapor etmiştir. Raugh ve diğerleri (2024), Celonis sürece madenciliği platformunu kullanarak Gerçek Zamanlı Dinamik VSM (DVSM) tekniklerini geliştirmiştir. Ahmed (2025), FlexSim simülasyonu ile tekstil sektöründe teslim süresinde %34, işlem süresinde %64 düşüş ve üretimde %16 artış elde etmiştir. Moica ve ekibi (2025) ise otomotiv sektöründe Generatif Yapay Zekâ modelleri ile yıllık 13.000€ operasyonel tasarruf sağlamıştır.

Yapay zekâ tabanlı optimizasyon ve karar destek çalışmaları incelendiğinde, sonuçların oldukça güçlü olduğu görülmektedir. Tashkinov (2025), geleneksel yalın yaklaşımlar ile YZ destekli yaklaşımları karşılaştırmış ve hata oranlarında %74 azalma belirlemiştir. Zhao (2025), derin pekiştirmeli öğrenme ile akıllı çizelgelemede kaynak kullanım oranının %84,5'e yükseldiğini göstermiştir. Sitahong ve arkadaşları (2025) tarafından gerçekleştirilen sistematik literatür taramasında üretim hat dengeleme problemlerinde Yapay Sinir Ağları, Pekiştirmeli Öğrenme ve Derin Öğrenme yöntemlerinin öne çıktığı ve bu modellerin yüksek güvenilirlik sunduğu rapor edilmiştir.

Sorun çözme ve kök neden analizi gibi alanlarda da YZ' nin etkili şekilde kullanıldığı görülmektedir. Oancea ve ekibi (2025), otomotiv sektöründe 8D problem çözme metodolojisine YZ entegrasyonu ile kök neden doğruluğunu %100'e çıkarmış, hata tekrarlarını %100 azaltmış ve müşteri şikayetlerinde %75 iyileşme elde etmiştir. Hauck ve diğerleri (2025), eklemeli imalatta CO_2 emisyon tahmininde makine öğrenmesi modelleri (GPR, XGBoost, TabTransformer, NN) kullanarak dolgu yoğunluğunun 0,94'lük korelasyonla emisyonlar üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

VSM'nin dijitalleşmesine yönelik çalışmalar arasında Taş (2025) tarafından geliştirilen IoT–sensör–SAP DMC entegrasyonlu Dijital VSM aracı, teslim süresinde %62'lik iyileşme sağlamıştır. Nwamekwe ve diğerleri (2025) dijital ikiz odaklı yalın üretim entegrasyonunu kavramsal bir modelle açıklarken, Gomaa (2025) Yalın Altı Sigma'nın Endüstri 4.0 teknolojileri ile bütünleşik kullanımına yönelik teorik bir çerçeve sunmuştur.

YZ destekli süreç iyileştirme çalışmalarının sektörler arası yaygınlığı da dikkat çekicidir. Sura (2025), inşaat sektöründe YZ–yalın entegrasyonuyla planlama doğruluğunu %25, malzeme

kullanım verimliliğini %40 artırmıştır. Chen (2017), tarımsal gıda tedarikinde bulanık mantık ve izlenebilirlik modelleriyle iletişim verimliliğini %67 oranında iyileştirmiştir. Ferreira ve arkadaşları (2022), mobilya sektöründe hibrit simülasyon yöntemleriyle teslim süresini %19 kısaltmış ve katma değersiz faaliyetleri %9 azaltmıştır. Sağlık alanında Beldek (2024), radyoloji süreçlerinde VSM ve makine öğrenmesi entegrasyonuyla hasta yolculuğunu 4 gün kısaltmıştır.

Depolama ve lojistik alanında Benmimoun ve ekibi (2023), işbirlikçi robotlar, IoT sensörleri ve RFID sistemleri ile VSM 4.0 uygulayarak paketleme süresinde %91, yükleme süresinde %63 azalma elde etmiştir. Ayrıca Venkataraman (2020), IoT tabanlı sensörlerin klasik VSM'yi dinamik ve gerçek zamanlı bir yapıya dönüştürdüğünü göstermiş; Klimecka-Tatar (2022) ise dijital OEE analizlerinin KOBİ'lerde süreç verimliliğini artırdığını ortaya koymuştur.

Bu geniş literatür yelpazesi, VSM'nin artık yalnızca statik bir akış analizi aracı olmadığını, Endüstri 4.0 bileşenleri, yapay zekâ modelleri, dijital ikiz ve simülasyon yaklaşımlarıyla birleşerek dinamik, öngörücü, gerçek zamanlı ve otonom bir karar destek sistemi hâline geldiğini açıkça göstermektedir.

3. METODOLOJİ

Değer Akış Haritalama (VSM) çalışmaları, temelde üretim sürecine ilişkin verilerin toplanmasıyla başlar. Bu çalışmada ise geleneksel manuel veri toplama yaklaşımı yerine, bilgi işlem altyapısından otomatik olarak çekilebilen veriler üzerine kurulu bir metodolojik çerçeve geliştirilmiştir. Böylece VSM'nin dijital bir platformda gerçek zamanlı olarak üretim verileri ile beslenmesi amaçlanmıştır.

Müşteri talebindeki dalgalanmalar, talep tahminleme sürecini kritik hâle getirmekte ve yapay zekâ algoritmalarının kullanımını cazip kılmaktadır. Bu doğrultuda, müşteri talebini etkileyen bağımsız değişkenlerin örüntü tanıma, kümeleme, eksik veri tamamlama, istatistiksel analiz gibi makine öğrenmesi teknikleriyle belirlenmesi ve modele öğretilmesi planlanmaktadır.

Kalite performansına ilişkin önemli bir metrik olan "Tek Seferde Doğru Üretim" (First Time Quality – FTQ) değeri, bu çalışmada bağımlı değişken olarak ele alınmaktadır. Geriye dönük kalitesizlik verilerinin (ıskarta, yeniden işleme, müşteri şikâyetleri vb.) derlenmesiyle oluşturulan öğrenilmiş kök neden listesi ise bağımsız değişken olarak kullanılmakta ve olası hata türlerinin artış ya da azalış eğilimleri yapay zekâ modelleri ile tahmin edilmektedir.

Benzer bir yaklaşımla Toplam Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness – OEE) tahmini için makine duruş nedenleri; örüntü tanıma, ürün-makine ilişkisi kurma ve kümeleme algoritmaları yardımıyla bağımsız değişkenlere dönüştürülmektedir. Böylece OEE değerine ilişkin gerçeğe daha yakın tahminler üretilmektedir.

İstasyonlar arasındaki stok seviyelerinin gelecekteki davranışını tahmin etmek amacıyla da farklı bağımsız değişken setleri tanımlanarak stok akışının dinamik yapısı modellenmektedir. Ayrıca üretim hattındaki darboğaz istasyonunun belirlenmesi için karar ağacı tabanlı bir yöntem önerilmektedir. Bağımlı değişkenlerin belirli eşik değerler üzerinden sınıflandırılmasıyla darboğaz oluşturan istasyonlar önceliklendirilmekte ve iyileştirme listesi sistematik şekilde oluşturulmaktadır.

Tüm bu yapay zekâ tabanlı tahminleme ve analiz modüllerinin tek bir platformda birleştirilebilmesi için AI Agent–API–MCP entegrasyonuna dayalı bir arayüz yapısı öngörülmektedir. Yapay zekâ stüdyosunda (AI Studio) gerçekleştirilen hazırlık çalışmaları sonucunda, platformun veri kaynaklarıyla kesintisiz iletişim kurabilen, tahmin modellerini çalıştırabilen ve çıktılarını otomatik VSM görseline dönüştürebilen bir mimari öngörülmektedir. Önerilen metodolojinin işlem sırası ve temel bileşenleri Şekil 12'de özetlenmektedir.

Sıra No	Metrikler	Metrik Kısa Kodu	Kaynak	Değişken Tanımı	İşlem Adımları					
					Veri Toplama	Veri Ön İşleme	Yapay Zeka Altyapı ve Bileşenlerinin Seçimi	Eğitim ve Test Verisi Ayırma	Model Eğitim ve Validasyonu	Tahminleme
1	Öngörü Müşteri Talebi	ÖMT	Müşteri Dosyası	Bağımlı/Bağımsız	X	X	Derin Öğrenme CNN Modeli	X	X	X
2	Planlı İşgünü Sayısı	PİS	Tedarikçi Dosyası	Sabit						
3	Günlük Öngörü Müşteri Talebi	GÖMT	Formül	=ÖMT/PİS						
4	Planlı Günlük Çalışma Süresi	PGÇS	Tedarikçi Dosyası	Sabit						
5	Takt Time	TT	Formül	=3600/(GÖMT/PGÇS)						
6	İstasyon Sayısı	İS	ERP	Bağımsız						
7	Kapasite	C	MES	Bağımsız						
8	İstasyon Standart Çevrim Süresi	Standart CT	ERP	Sabit						
9	First Time Quality	FTQ	MES	Bağımlı/Bağımsız	X	X	Doğrusal Regresyon	X	X	X
10	Overall Equipment Effectiveness	OEE	MES	Bağımlı/Bağımsız	X	X	Derin Öğrenme LSTM Modeli	X	X	X
11	Gerçekleşen Çevrim Süresi	Gerçekleşen CT	Formül	=Standart CT/OEE						
12	Stok Miktarı	SM	ERP	Bağımlı/Bağımsız	X	X	Doğrusal Regresyon	X	X	X
13	Stok Gün Sayısı	SGS	Formül	=SM/GÖMT						
14	Lead Time	LT	Formül	∑Stok Gün Sayısı						
15	Darboğaz İstasyon Seçimi	BN	Karar	Bağımlı (FTQ,OEE,Gerçekleşen CT,TT, SM,)	X	X	Karar Ağacı	X	X	X
16	VSM Sembolleri	VSM-Symbols	E-VSM	Bağımsız	AI Agent - API - MCP Entegrasyonu (Doğal Dil İşleme - Karar Ağacı Modelleri Altyapısı ile)					
17	Proses Akışı	PA	ERP	Bağımsız						
18	İstasyon Tanımları	İT	ERP	Bağımsız						
19	Metriklerin Transferi	MT	AI Klasörleri	Bağımsız						
20	Mevcut Durum Haritası	MDH	Karar	Bağımlı (VSM-Symbols, PA, İT, MT, MDH)						

Şekil 12: Yapay Zeka Destekli Değer Akış Haritalama Arayüz Ortamının İşlem Sırası

4. YAPAY ZEKA DESTEKLİ DEĞER AKIŞ HARİTALAMA (VSM) ARAYÜZÜ: İŞLEM BİLEŞENLERİ VE MODEL YAPISI

Bu bölümde, Yapay Zekâ Destekli Değer Akış Haritalama platformunun çalışmasına temel oluşturan veri yapıları, yapay zekâ modelleri ve arayüz çıktıları ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır. Sistem, üretim tesislerinden alınan verilerin işlenmesi, uygun algoritmalarla analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların otomatik olarak VSM formatına dönüştürülmesi prensibi üzerine kuruludur.

4.1. Veri Girdileri (Input)

Platformun işleyişinde kullanılan tüm veri tipleri aşağıdaki ana başlıklar altında toplanmaktadır:

4.1.1. Müşteri Talep Verileri

- Günlük, haftalık veya aylık talep miktarları
- Talep değişkenliği
- Sipariş partileri ve sipariş frekansı

Bu veriler tahmin modelleri için temel girdiyi oluşturur ve müşteri ihtiyaçlarının ileriye dönük projeksiyonunda kullanılır.

4.1.2. Kalite Performans Verileri

- First Time Quality (FTQ)
- Scrap oranları
- Rework oranları
- Müşteri şikâyetleri ve kalite uyarıları

Kalite göstergeleri, kök neden analizine dayalı bir tahmin modelinin bağımlı değişkenlerini oluşturur.

4.1.3. OEE ve Makine Verimliliği Verileri

- Makine duruş türleri ve süreleri
- Çevrim süreleri
- Kullanılabilirlik ve performans verileri
- Üretim miktarları ve arıza kayıtları

OEE tahmin algoritmalarının gelişmiş bağımsız değişken setini oluşturur.

4. 1.4. Stok ve Malzeme Akışı Verileri

- İstasyonlar arası stok miktarları (WIP)
- Malzeme akışı süreleri
- Stok artış/azalış eğilimleri
- Hammadde ve yarı mamul bekleme süreleri

Bu veriler stok seviyelerinin dinamik tahmini için kullanılır.

4.1.5. Proses ve Operasyon Verileri

- Çevrim süreleri
- Setup süreleri
- Operatör sayısı
- Lojistik taşıma süreleri

Bu veriler, süreç akışının modellenmesi ve darboğaz istasyonlarının belirlenmesi için gereklidir.

4.2. Yapay Zekâ ve Analitik Modüller

Toplanan veriler çeşitli makine öğrenmesi ve istatistiksel modellerle işlenir. Kullanılan algoritmalar şu başlıklarda toplanmaktadır:

4.2.1. Makine Öğrenmesi Modelleri

- Örüntü tanıma algoritmaları
- Kümeleme modelleri (K-means vb.)
- Regresyon tabanlı tahminleme modelleri
- Eksik veri tamamlama (imputation) teknikleri

Bu modeller, talep, OEE, FTQ ve stok tahminleri gibi çok boyutlu bileşenleri işler.

4.2.2. Kalite ve OEE Tahmin Modelleri

- Kalite kök nedenlerinin öğrenilmiş veri setleriyle analizi
- FTQ tahmini için bağımlı değişken–bağımsız değişken eşleştirmeleri
- OEE tahmini için duruş nedenlerine ve üretim modeline dayalı algoritmalar

4.2.3. Karar Ağacı Modelleri

- Darboğaz istasyon tespiti
- İstasyon bazlı önceliklendirme
- Süreçte kritik noktaların belirlenmesi

4.2.4. Gelişmiş YZ Bileşenleri (AI Agent – API – MCP Entegrasyonu)

- AI Agent: Arayüzde görev yürüten yapay zekâ yöneticisi
- API: Veri kaynakları ile arayüz arasındaki bağlantıyı yönetir
- MCP (Model Context Protocol): Model hafızası, bağlam yönetimi ve görev koordinasyonunu sağlar

Bu üçlü, otomatik VSM oluşturma sürecinin temel teknolojik altyapısını oluşturur.

4. 3. Arayüz Çıktıları (Output)

Yapay zekâ modülleri tarafından işlenen veriler, kullanıcı arayüzünde aşağıdaki çıktılar hâlinde sunulur:

4.3.1. Otomatik Mevcut Durum Haritası (Current State Map)

- Bilgi akışı
- Malzeme akışı
- Proses adımları ve istasyon sırası
- Standart VSM sembolleri

Harita tamamen otomatik olarak üretilir; manuel çizime ihtiyaç kalmaz.

4.3.2. Tahminlenmiş Üretim Metrikleri

- Tahmini müşteri talebi
- Tahmini FTQ değeri
- Tahmini OEE performansı
- Tahmini stok seviyeleri
- Darboğaz istasyon tahmini

Bu metrikler üretim planlama, süreç kontrolü ve iyileştirme çalışmaları için kullanılır.

4.3.3. VSM Performans Göstergeleri

- Toplam üretim süresi (Lead Time)
- Katma değerli ve katma değersiz süreler
- Süreç verimlilik oranı (Process Cycle Efficiency – PCE)
- WIP seviyeleri ve süreç akış hızı

Bu değerler otomatik hesaplanarak harita üzerine işlenir.

4.4. Genel Sistem Akışı

1. Yapay zeka destekli VSM platformu aşağıdaki ana işlem sırası ile çalışmaktadır:
2. Veri kaynaklarından otomatik veri çekimi
3. Verilerin makine öğrenmesi modelleriyle işlenmesi
4. Tahmin sonuçlarının üretilmesi
5. Karar ağacı ile darboğaz istasyonlarının belirlenmesi
6. AI Agent–API–MCP entegrasyonu ile arayüzün güncellenmesi
7. Otomatik mevcut durum haritasının oluşturulması
8. Tüm performans göstergelerinin sistematik şekilde raporlanması

5.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Değer Akış Haritalama (VSM) metodunun yapay zekâ algoritmalarıyla bütünleştirilmesine yönelik kavramsal bir model önermekte ve geleneksel manuel VSM yaklaşımının dijital, dinamik ve öngörücü bir yapıya dönüştürülebileceğini ortaya koymaktadır. Literatürde yer alan pek çok çalışma üretim süreçlerinde yapay zekâ, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve simülasyon araçlarının entegrasyonunun, süreç performansını anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir [4, 6, 8, 13]. Bu bulgular, VSM'nin de benzer şekilde dijitalleşme ve otomasyon sayesinde daha güçlü bir karar destek aracına dönüşebileceğini doğrular niteliktedir.Bu bağlamda önerilen model; talep tahmini, kalite performansı (FTQ), OEE, stok seviyesi ve darboğaz istasyon belirleme gibi temel VSM metriklerinin makine öğrenmesi algoritmalarıyla öngörülebilir hâle getirilmesini sağlamaktadır. Çalışmanın önemli bir katkısı,

bu metriklerin bağımlı ve bağımsız değişken ilişkileri dikkate alınarak tablolaştırılması ve yapay zekâ modellerine uygun şekilde yapılandırılmasıdır. Bu yaklaşım, literatürde VSM yapısını bütünsel bir veri bilimi çerçevesiyle ele alan nadir çalışmalardan biri olması açısından özgündür.Ayrıca yapılandırılan AI Agent–API–MCP entegrasyonu, VSM haritasının manuel çizim gerektirmeden otomatik oluşturulmasını mümkün kılmakta ve böylece literatürde dijital VSM (DVSM), Akıllı VSM (IVSM) ve VSM 4.0 olarak adlandırılan yaklaşımların ileri bir versiyonuna kapı aralamaktadır [15, 16, 19]. Böyle bir arayüzün geliştirilmesi, yalnızca haritalama süresini kısaltmakla kalmayacak, aynı zamanda haritanın sürekli güncellenebilir, gerçek zamanlı ve veri odaklı bir yapıya sahip olmasını sağlayacaktır.

5.1. Tartışma

Elde edilen kavramsal bulgular, VSM'nin artık statik bir analiz aracı olmaktan çıkarak dinamik bir karar destek mekanizmasına dönüşmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Manuel hazırlanması haftalar–aylar sürebilen mevcut durum haritası, dijital entegrasyonla saniyeler içinde oluşturulabilir hâle gelmektedir. Bu dönüşüm, Goldratt ve Cox'un (2015) "sistem kısıtlarının görünür kılınması" vurgusuyla da örtüşmektedir. Ayrıca yapay öğrenme yapılarının kullanılması, Alpaydın'ın (2021) belirttiği örüntü tanıma ve tahminleme gücü sayesinde süreç değişkenliklerinin daha doğru modellenmesini sağlar.Ancak bu modelin hayata geçirilmesi; veri bütünlüğü, entegrasyon altyapısı, API yönetimi ve MCP tabanlı bağlam işleme gibi teknik gereksinimler nedeniyle dikkatli bir geliştirme süreci gerektirir. Özellikle MCP yapısının doğru yönetimi için Python tabanlı yazılım geliştirme bilgisi kritik önemdedir.

5.2. Sonuç

Bu çalışma, VSM'nin dijital dönüşümünde yapay zekânın merkezi bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Önerilen model, aşağıdaki çıktıları mümkün kılmaktadır:

- VSM metriklerinin makine öğrenmesi ile otomatik tahmini
- Darboğaz tespitinin karar ağacı modelleriyle yapılması
- Veri kaynaklarının API aracılığıyla tek platformda toplanması
- MCP tabanlı bağlam yönetimi ile her ürün ailesi için dinamik harita oluşturulması
- Mevcut durum haritasının manuel çabaya gerek kalmadan otomatik çizilmesi

Bu yönüyle çalışma, üretim sistemlerinde yalın dönüşüm ile dijital dönüşümün birleştiği yeni bir VSM yaklaşımı sunmaktadır.

5.3. Öneriler

Öneriler kapsamında, ilk olarak Şekil 12'de sunulan bağımlı değişken metriklerinin makine öğrenmesi algoritmalarıyla tahmin edilmesine yönelik küçük ölçekli bir prototip geliştirilmesi önerilmektedir. Bu adım, modelin temel işlevlerini doğrulamak ve algoritmaların üretim

verileri üzerindeki performansını değerlendirmek açısından kritik bir başlangıç noktasıdır. MCP tabanlı bir mimarinin hayata geçirilebilmesi için Python programlama, API entegrasyonu ve veri akış yönetimi süreçlerine yönelik yazılım geliştirme çalışmalarının başlatılması gerekmektedir. Modelin doğruluğunu ve pratik uygulanabilirliğini test etmek amacıyla seçilmiş bir üretim hattında veya belirli bir ürün ailesi üzerinde pilot uygulama yapılması önemli bir diğer adımdır. İlerleyen aşamalarda sistemin dijital ikiz teknolojileri ile entegre edilmesi, gerçek zamanlı değer akış haritalamanın (Real-Time VSM) mümkün olmasını sağlayarak üretim süreçlerinin anlık izlenebilirliğini artıracaktır. Son olarak, büyük dil modellerinin (LLM) sunduğu olanaklardan yararlanılarak GenAI tabanlı otomatik raporlama mekanizmalarının geliştirilmesi; VSM sonuçlarının kullanıcıya daha hızlı, kapsamlı ve etkileşimli şekilde sunulmasına katkı sağlayacak, böylece kullanıcı deneyimini önemli ölçüde güçlendirecektir.

KAYNAKÇA

[1] Goldratt, E. M., & Cox, J. (2015). *Amaç: The Goal - Sürekli İyileştirme Süreci*. Optimist Yayın Grubu.
[2] Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
[3] Alpaydın, E. (2021). *Yapay Öğrenme: Yeni Yapay Zekâ*. Tellekt Yayınları.
[4] De, F. F., De, L. C., Antonella, P., Forcina, A., Ortiz Barrios, M. A., & Ilaria, B. (2025). The Role of Digital Transformation in Manufacturing: Discrete Event Simulation to Reshape Industrial Landscapes. Applied Sciences, 15(11), 6140.
[5] Ducca, B. R. (2025). The Regenerative Potential of Lean: A Quasi-Experimental Action Study Integrating Industrial Ecology Into Environmental Value Stream Mapping (Yayımlanmamış doktora tezi).Prescott College,Graduate Faculty, Arizona, The USA
[6] Tavares de Carvalho, P., José, D. L., & Raimundo, R. J. (2025). Innovation Impact in the Textile Industry: From the Toyota Production System to Artificial Intelligence. Sustainability, 17(3), 1170.
[7] Hossain, M. M. (2024). Integration of Lean and Industry 4.0 for Smart Manufacturing(Yayımlanmamış doktora tezi).Auburn University, Graduate Faculty, Alabama, The USA
[8] Liu, B., Li, Y., & Gao, F. (2025). Integrating Multi-Dimensional Value Stream Mapping and Multi-Objective Optimization for Dynamic WIP Control in Discrete Manufacturing. Mathematics, 13(16), 2610.
[9] Zhao, Y. (2025). Optimization of Mechanical Manufacturing Processes Via Deep Reinforcement Learning-Based Scheduling Models. Informatica, 49(14), 19-32.
[10] Adilanmu, S., Lu, Z., Yiping, Y., Peiyin, M., & Junyan, M. (2025). A Review of the Expansion and Integration of Production Line Balancing Problems: From Core Issues to System Integration. Sensors, 25(20), 6337.
[11] Alexandru-Vasile, O., Ionescu, N., Corneliu, R., Ionescu Laurentiu-Mihai, Agnieszka, M., Ana-Maria, B., Dumitru-Titi, C., & Valentin, P. (2025). Integrating Industry 4.0 Technologies into 8D Methodologies: A Case Study in the Automotive Industry. Applied Sciences, 15(20), 11262.
[12] Hauck, S., Greif, L., Benner, N., & Ovtcharova, J. (2025). Advancing Sustainable Additive Manufacturing: Analyzing Parameter Influences and Machine Learning Approaches for CO2 Prediction. Sustainability, 17(9), 3804.
[13] Taş, Ü. (2025). Digital Value Stream Mapping with Industry 4.0: A Real-Time Case Study Approach. Turkish Studies-Economics, Finance, Politics, 20(3), p1743-1759. 17p.
[14] Sura, S. R. (2025). Benefits of Artificial Intelligence in Lean Construction Management in the Planning Phase(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). International Master of Science in Construction and Real Estate Management Joint Study Programme of Metropolia UAS and HTW Berlin, Berlin, Germany

[15] Balaji, V., Venkumar, P., Sabitha, M. S., & Amuthaguka, D. (2020). DVSMS: dynamic value stream mapping solution by applying IIoT. Sādhanā, 45(1), 38.
[16] Mariappan, R. C. S., Veerabathiran, A., Kp, P., & Kek, V. (2023). Intelligent VSM Model: a way to adopt Industry 4.0 technologies in manufacturing industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 129(5), 2195-2214.
[17] Osho, G. O., Omisola, J. O., & Shiyanbola, J. O. (2024). A Model for Digitally-Driven Supply Chain Optimization: Integrating ERP, Kanban, and Value Stream Mapping for Agile Manufacturing Systems.International Journal of Future Engineering Innovations, 01(01):67-85.
[18] Puranik, S., & Mahmood, Y. (2025). Real-Time Machine Performance Visualisation &Monitoring in Smart Manufacturing: A Dual-Tool Approach.Volume 63, April 2022, Pages 1-14.
[19] de Paula Ferreira, W., Armellini, F., de Santa-Eulalia, L. A., & Thomasset-Laperrière, V. (2022). Extending the lean value stream mapping to the context of Industry 4.0: An agent-based technology approach. Journal of Manufacturing Systems, 63, 1-14.
[20] Huang, Z., Kim, J., Sadri, A., Dowey, S., & Dargusch, M. S. (2019). Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs. Journal of Manufacturing Systems, 52, 1-12.
[21] Yuphin, P., & Ruanchoengchum, P. (2020). Reducing the Waste in the Manufacturing of Sprockets Using Smart Value Stream Mapping to Prepare for the 4.0 Industrial Era. Review of Integrative Business and Economics Research, Suppl.Supplementary Issue 2, 9, 158-173.
[22] Döring, L., Wollert, T., & Behrendt, F. (2023). Evaluation of the digital transformation from VSM to Value Stream Management 4.0(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Otto von Guericke University, 16th International Doctoral Students Workshop on Logistics, Supply Chain and Production Management, Magdeburg, Germany
[23] Beldek, T. (2024). An artificial intelligence approach for breast cancer treatment(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Graduate School, İstanbul
[24] Burkov, A. (2021). 100 sayfada makine öğrenmesi (A. Okatan, T. Karatekin & K. Okatan, Çev.). Papatya Bilim Akademik Yayınevi.
[25] Jiang, W., & Hu, F. (2025). Artificial Intelligence Agent-Enabled Predictive Maintenance: Conceptual Proposal and Basic Framework. Computers, 14(8), 329.

TÜRKİYE'DE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA (VSM) YÖNTEMİ ÜZERİNE YAYINLANMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İÇERİK ANALİZİ

Özgür ŞAHİN
Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği Programı, Bursa – Türkiye
ORCID NO: 0009-0001-1480-0901
Merve YILMAZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa – Türkiye
ORCID NO: 0000-0002-1236-355X
Hasan ŞAHİN
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa – Türkiye
ORCID NO: 0000-0002-8915-000X

ÖZET

Değer Akış Haritalama [Value Stream Mapping (VSM)], farklı endüstriyel alanlarda süreçleri görünür kılan, israf kaynaklarını ortaya çıkaran ve verimlilik artışını destekleyen en temel yalın üretim araçlarından biridir. 2000'li yıllardan itibaren Türkiye'de VSM odaklı akademik çalışmaların belirgin şekilde artması, yöntemin hem fen hem de sosyal bilimler alanında çeşitli metot ve analizlerle entegre bir biçimde kullanıldığını göstermektedir. Bu araştırmada, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde yayımlanan ve VSM anahtar sözcüğüyle erişilen 135 lisansüstü tezin içerik analizi yoluyla sistematik bir şekilde sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Tezler; sektör, amaç, kullanılan bilimsel yöntem, anahtar kelime dağılımı ve bibliyometrik eğilimler gibi başlıklar altında kabadan detaya doğru kategorize edilmiştir. Çalışmanın temel amacı, Türkiye'de VSM yöntemine yönelik akademik ilgi düzeyini, sektörel kullanım alanlarını ve yöntemin diğer bilimsel metotlarla entegrasyon biçimlerini görünür kılarak araştırmacılara, uygulayıcılara ve sektörel karar vericilere pratik ve bütüncül bir değerlendirme sunmaktır. Elde edilen bulgular, VSM'nin yalnızca üretim süreçlerinde değil; hizmet, sağlık, lojistik ve mühendislik gibi çok çeşitli alanlarda yaygın şekilde uygulandığını ve yöntemin akademik olarak giderek daha fazla çeşitlenen metodolojilerle desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Değer Akış Haritalama (VSM), Akademik Dağılım, Sektörel Dağılım, Anahtar Kelime Analizi, Bilimsel Metot Dağılımı, Amaçların Sınıflandırılması, Bibliyometrik Analiz

CONTENT ANALYSIS OF POSTGRADUATE THESES PUBLISHED ON VALUE STREAM MAPPING (VSM) METHOD IN TÜRKİYE

ABSTRACT

Value Stream Mapping (VSM) is one of the most essential lean tools that visualizes processes, reveals sources of waste, and supports productivity improvement across diverse industrial domains. Since the early 2000s, academic interest in VSM in Türkiye has increased significantly, indicating that the method has been utilized in both engineering and social sciences through its integration with a wide range of analytical and methodological approaches. This study systematically classifies 135 master's and doctoral theses published in the Council of Higher Education Thesis Center (YÖK) that include VSM as a primary keyword. The theses are categorized from broad to specific under several dimensions, including sectoral distribution, research purposes, scientific methods used, keyword patterns, and bibliometric trends. The main aim of the study is to present a practical and comprehensive overview of the academic maturity, sectoral engagement, and methodological diversity surrounding VSM in Türkiye. By mapping how VSM has been applied across industries and identifying the scientific tools integrated with the method, the study provides valuable insights for researchers, practitioners, and decision-makers seeking to understand current developments or initiate new VSM-based studies. Findings demonstrate that VSM is widely implemented not only in manufacturing but also in service, healthcare, logistics, and engineering fields, while also showing increasing methodological diversity in academic research.

Keywords: Value Stream Mapping (VSM), Academic Distribution, Sectoral Distribution, Keyword Analysis, Scientific Method Distribution, Purpose Classification, Bibliometric Analysis

1.GİRİŞ

Değer Akış Haritalama (Value Stream Mapping – VSM), tedarik zincirinin tedarik, üretim, iç ve dış lojistik ve teslimat aşamalarını bütünsel biçimde analiz etmeye imkân veren en temel yalın araçlardan biridir. VSM, bir ürün ailesinin dâhil olduğu tüm süreçlerde yer alan katma değersiz faaliyetleri görünür kılmak, müşteri beklentilerini karşılayacak akışı tasarlamak ve üretim verimliliğini artırmak amacıyla hammadde girişinden nihai ürünün müşteriye ulaşmasına kadar tüm malzeme, bilgi ve proses akışını tek bir harita üzerinde ortaya koyar. Bu yönüyle VSM, “büyük resmi” görmeyi kolaylaştıran, süreçteki sorunların çözüm önceliğini belirlemeyi sağlayan ve doğru iyileştirme adımlarının seçilmesine rehberlik eden kritik bir yöntemdir.

VSM uygulaması geleneksel olarak kalem-kâğıt ve kronometre gibi temel araçlarla başlar. İlk adım, müşterinin talep ettiği ürünlerin sınıflandırılarak ürün ailelerinin oluşturulmasıdır [2, 26]. Daha sonra bu ürün aileleri ABC analizi ya da Pareto analizi gibi yöntemlerle önceliklendirilir [26]. Mevcut durum haritasının hazırlanması için gerçekleştirilen saha çalışmasında; hammadde stok seviyeleri, iş istasyonlarındaki çevrim süreleri [4], paketleme birimlerinin özellikleri [5, 8], depo-istasyon arası taşıma yöntemleri, taşıma mesafeleri, işgücü sayıları, hat yanı stok miktarları, malzeme besleme yöntemleri ve WIP miktarları gibi birçok veri fiziksel gözlem yoluyla toplanır [4, 7]. Bu veriler, ERP ve MES gibi bilgi sistemlerinden elde edilen diğer metriklerle karşılaştırılarak analiz edilir [17, 18, 23].

VSM'de izlenmesi gereken temel performans göstergelerinin başında teslim süresi (Lead Time) gelir. Buna ek olarak, darboğaz istasyonunun belirlenmesine yardımcı olan Takt Time, Cycle Time, kalite göstergeleri, OEE, kapasite oranı, fazla mesai ve devamsızlık gibi kritik metrikler takip edilir [26]. Tüm bu veriler ışığında mevcut durum haritası semboller kullanılarak oluşturulur [9, 26]. Ardından yapılan ekip toplantılarında mevcut sorunlar belirlenir, darboğaz istasyonu tespit edilir ve çözüm alternatifleri tartışılır. Bu değerlendirmeler, ideal durum ve gelecek durum haritalarının oluşturulmasının temelini oluşturur.

İdeal durum haritasında; sıfır israf, sıfır hata, katma değersiz hareketlerin ortadan kaldırılması, tam zamanında üretim [10], sürekli akış, tek parça akışı, yüksek teslimat performansı ve seviyelendirilmiş üretim gibi yalın hedeflerin tamamının sağlanması beklenir [12]. Ancak pratikte bu ideal durumun tam olarak sağlanması her zaman mümkün değildir. Bu nedenle para, zaman ve insan faktörlerinin oluşturduğu üçlü sac ayağı dikkate alınarak, uygulanabilirliği yüksek ve hızlı geri dönüş sağlayacak aksiyonlar seçilerek gelecek durum haritası tasarlanır [26]. Alınan aksiyonların uygulanması sonrasında PUKÖ (Planla – Uygula – Kontrol Et – Gerçekleştir) döngüsü işletilir ve standartlaştırılan iyileştirmelerle gelecek durum haritası yeni mevcut durum hâline gelir [14, 15, 16].

VSM, akademik bir araştırma konusu olarak Türkiye'de özellikle 2000'li yıllardan itibaren dikkat çekmeye başlamıştır. Bunun temel nedenleri; üretim çeşitliliğinin artmasıyla süreçlerin karmaşıklaşması, verimlilik ve kapasite konularının önem kazanması, müşteri memnuniyetini doğrudan etkileyen zamanında, doğru ve kaliteli teslimat gerekliliklerinin giderek zorlaşması ve VSM'nin bu sorunlara çözüm üretmede etkili bir yöntem olarak görülmesidir [1, 13]. Genişleyen Türkiye ekonomisi içinde hem yerli hem de küresel tedarik zincirlerinde önemli roller üstlenen sanayi işletmeleri için doğru ürünün doğru zamanda ve doğru maliyetle üretimi kritik hâle gelmiştir. Bu bağlamda VSM, katma değerli süreçleri belirginleştirerek işletmelere rekabet avantajı sağlayan güçlü bir araç olarak konumlanmaktadır [20].

Bu araştırma, VSM yönteminin Türkiye'de hangi üniversitelerde, hangi sektörlerde, hangi amaçlar doğrultusunda ve hangi bilimsel metotlarla birlikte kullanıldığını ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın kapsamını, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde "Değer Akış" anahtar sözcüğüyle yapılan tarama sonucunda erişilen tüm yüksek lisans ve doktora tezlerinin içerik analizi oluşturmaktadır. Bu sistematik inceleme, hem VSM metoduna yönelik akademik eğilimlerin anlaşılmasına hem de gelecekte yapılacak araştırmalara yön verecek bir kaynak niteliği taşımaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma, Değer Akış Haritalama (VSM) metoduna odaklanan kapsamlı bir literatür incelemesidir. VSM'nin gelecekteki kullanım potansiyelinin artırılması ve farklı endüstrilerde yaygınlaştırılabilmesi için mevcut akademik birikimin sistematik biçimde değerlendirilmesi önemlidir.

Tablo 1'de görülen önceki araştırmalar gibi bu çalışma da literatürde yer alan derleme araştırmalarının bir devamı niteliğindedir [22].Bu tür çalışmaların ortak noktası; yüksek lisans ve doktora tezlerinin doküman analizi yoluyla incelenmesi, verilerin içerik analizi, betimsel analiz, frekans analizi veya tipolojik analiz gibi nitel ve nicel yöntemlerle çözümlenmesidir.

Benzer şekilde bu araştırmada da Ocak 2000 – Nisan 2025 döneminde yayımlanan VSM odaklı tezler sistematik olarak taranmış ve toplam 135 tez değerlendirilmiştir. Bu tezler:

- 53 farklı üniversite,
- 41 farklı sektör,
- 300 farklı anahtar kelime,
- 469 farklı bilimsel yöntem

kapsamında VSM'nin nasıl kullanıldığını ve hangi metotlarla entegre edildiğini ortaya koymaktadır. Bu verilere ilişkin özet bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Geçmiş Yıllarda Yapılan Benzer Araştırmaların Özeti (Şahin, 2016) [22]

Yazar (Yıl)	İncelenen Yıllar	Konu
Sekreter ve Akyüz (2003)	1995-2002	Pazarlama Araştırmaları
Arı ve ark. (2009)	1990-2005	Pazarlama ve Yönetim Alanı
Benligiray (2009)	1983-2008	İnsan Kaynakları Yönetimi
Kayabaşı (2010)	2010	Lojistik
Yalçın (2011)	1941-2010	Jeoloji
Çiltaş (2012)	2012	Matematik Eğitimi
Gömleksiz ve Bozpol (2013)	2013	Eğitim Programları ve Öğretim Alanı
Bakır (2013)	1994-2012	Pazarlama
Alkan (2014)	1984-2012	Muhasebe
Baş ve ark. (2014)	2002-2012	Entelektüel Sermaye
Bozyiğit (2016)	2014-2015	Türkiye'deki Lojistikle İlgili Lisans Bölümleri
Çelik (2016)	2000-2015	Yenilikçilik
Şahin (2016)	2000-2015	Tedarik Zinciri Yönetimi
Bu Çalışma	**2000-2025**	**Değer Akış Haritalama**

Tablo 2. Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi'nde Yer Alan "Değer Akış" Anahtar Sözcüğü ile Bulunan Tezlere ait Tarama Modeline Dayalı Veriler

Kriter	Sonuç / Değer
İncelenen Yıllar	2000 – 2025
Toplam Tez Sayısı	135 tez
Üniversite Sayısı	53 üniversite
Sektör Çeşitliliği	41 farklı sektör
Toplam Anahtar Kelime	300 farklı anahtar kelime
Toplam Bilimsel Metot	469 farklı yöntem
Tez Türü Dağılımı	%85 Yüksek Lisans – %15 Doktora
Dil Dağılımı	%84 Türkçe – %16 İngilizce
En Yoğun Yıl	2024
Son 5 Yıldaki Pay	%42
Son 10 Yıldaki Pay	%80

Literatür incelendiğinde, VSM'nin çoğunlukla Yalın Üretim teknikleri, Altı Sigma metodolojisi, Simülasyon uygulamaları, Doğrusal Programlama, Çok Kriterli Karar Verme, FMEA gibi karar destek sistemleri, Bulanık Mantık yöntemleri, Regresyon Analizi, zaman etüdü teknikleri, lojistik geliştirme yaklaşımları, EFQM modeli, yapay zekâ tabanlı kümeleme modelleri, Bayes Ağları, AHP, proses madenciliği ve anket çalışmalarıyla birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu çeşitlilik, VSM'nin literatürde entegrasyon, optimizasyon, iyileştirme ve süreç geliştirme amaçlarıyla güçlü bir biçimde benimsendiğini göstermektedir.

3. ARAŞTIRMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu araştırmanın temel amacı, Türkiye'deki üniversitelerde değer akış haritalama (VSM) yöntemi üzerine hazırlanmış tüm lisansüstü tezlerin genel profilini ortaya koymak ve bu tezlerde kullanılan yöntemlerin, amaçların, sektörlerin ve bilimsel yaklaşımların farklı açılardan nasıl dağıldığını sistematik bir biçimde incelemektir. Çalışmanın çıkış noktası; VSM konusunda uzmanlaşmak isteyen araştırmacılar, yeni çalışmalar planlayan akademisyenler ve sahada VSM uygulayan profesyoneller için kapsamlı, güncel ve anlaşılır bir referans oluşturma ihtiyacıdır.

VSM'nin diğer yöntemlerle nasıl entegre edildiğini bilmek, gelecekte bu yöntemi kullanacak araştırmacılara metot seçimi, entegrasyon süreçleri ve uygulama stratejileri açısından önemli bir yol haritası sunmaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında; VSM'nin akademide görülme sıklığı, sektörel dağılımı, kullanılan bilimsel metodolojilerle olan ilişkisi ve teknolojik gelişmelerle paralel bir ilerleme gösterip göstermediği gibi sorulara yanıt aranmaktadır.

Bu doğrultuda araştırma, Türkiye'de VSM'ye yönelik akademik ilginin düzeyini değerlendirmek, yöntemin endüstriyel gelişime katkısı hakkında fikir edinmek ve farklı

üniversite ve sektörlerdeki olgunluk seviyelerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymak amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca, bibliyometrik ve sayısal analizler ile tezlerde kullanılan metotların çeşitliliği, yıllara göre eğilimleri ve disiplinler arası etkileşimleri incelenmiştir.

Bu yönüyle çalışma, VSM metodunun Türkiye'deki akademik gelişimini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendiren ve gelecekte yapılacak araştırmalara rehberlik etmeyi hedefleyen kapsamlı bir analiz niteliği taşımaktadır.

4. BULGULAR

Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden elde edilen verilere göre, Türkiye'de Değer Akış Haritalama (VSM) konusunda hazırlanmış toplam 135 lisansüstü tez bulunmaktadır. Ocak 2000 – Nisan 2025 dönemini kapsayan bu tezlerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, çalışmaların %42'sinin son 5 yılda, %80'inin ise son 10 yılda yayımlandığı görülmektedir. En yoğun yayın yılı ise 2024 olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgular, VSM'nin günümüzde hem akademi hem de endüstri açısından güncelliğini ve tercih edilirliğini koruyan bir yöntem olduğunu açıkça göstermektedir [22, 24].

Tez türlerine göre dağılım incelendiğinde çalışmaların %85'inin yüksek lisans, %15'inin doktora düzeyinde olduğu, özgün dil açısından ise tezlerin %84'ünün Türkçe, %16'sının İngilizce hazırlandığı belirlenmiştir. Bu verilerin yıllara göre ayrıntılı dağılımı Tablo 3'te sunulmaktadır [22, 24].

Tablo 3. VSM Metodu ile ilgili Yayınlanan Tezlerin Doktora/Yüksek Lisans ve Özgün Dillere Göre Yıl Bazında Dağılımı [22-24]

VSM Alanında Yapılan Tezlerin Özgün Dillere Göre Dağılımı

Eğitim Seviyesi	Dil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Toplam
Yüksek Lisans Tezi	Türkçe	1	1	1	0	0	0	2	3	2	3	2	1	3	1	7	11	12	6	8	7	8	14	3	96
	İngilizce	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	1	1	2	4	0	19
Doktora Tezi	Türkçe	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	1	0	3	1	1	1	2	1	1	1	1	18
	İngilizce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	Toplam	1	1	1	0	0	0	3	4	6	4	3	1	4	3	12	12	15	9	11	11	11	19	4	135

Türkiye'deki 210 üniversitenin yalnızca 53'ünde Değer Akış Haritalama (VSM) konusunda lisansüstü düzeyde çalışma yapıldığı görülmektedir. Tablo 4 incelendiğinde, VSM alanında en fazla tez üreten üniversitelerin sırasıyla Dokuz Eylül Üniversitesi (22 tez) ve İstanbul Teknik Üniversitesi (21 tez) olduğu dikkat çekmektedir. Bu iki üniversiteyi; Çukurova Üniversitesi ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi 5'er tez ile, Erciyes Üniversitesi, Marmara Üniversitesi ve Sakarya Üniversitesi ise 4'er tez ile takip etmektedir. İlk 11 üniversitenin dışında kalan diğer 42 üniversiteye bakıldığında; 2 üniversitenin 3'er tez, 19 üniversitenin 2'şer tez ve 25 üniversitenin ise yalnızca 1'er tez yayımladığı görülmektedir [22, 24].

Tablo 4. VSM Metodu ile ilgili Yayınlanan Tezlerinin Üniversite Bazında Dağılımı [22, 24]

VSM Alanında Yapılan Tezlerin Üniversite Bazında Dağılımı

Sıra No	Üniversite Adı	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Toplam
1	Dokuz Eylül Üniversitesi	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	3	3	2	1	2	2	1	22
2	İstanbul Teknik Üniversitesi	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	1	0	1	0	2	0	3	1	3	1	0	2	1	21
3	Çukurova Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5
4	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	5
5	Erciyes Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
6	Marmara Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
7	Sakarya Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	4
8	Beykent Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
9	Uludağ Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	Atatürk Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
11	Bahçeşehir Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
12	Düzce Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
13	Fatih Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	Hacettepe Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
15	İnönü Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
16	İstanbul Aydın Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
17	İstanbul Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
18	İzmir Teknoloji Enstitüsü	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
19	Karabük Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
20	Karadeniz Teknik Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
21	Kocaeli Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
22	Konya Teknik Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
23	Necmettin Erbakan Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
24	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
25	Selçuk Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	Süleyman Demirel Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
27	Tarsus Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
28	Yıldız Teknik Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
29	Aksaray Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
30	Anadana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
31	Anadolu Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	Ankara Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
33	Balıkesir Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
34	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
35	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
36	Celal Bayar Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
37	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
38	Çankırı Karatekin Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
39	Ege Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
40	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
41	Gazi Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
42	Gebze Teknik Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
43	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
44	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
45	İstanbul Arel Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
46	İstanbul Ticaret Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
47	Kırıkkale Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
48	Maltepe Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
49	Pamukkale Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
50	Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
51	Yalova Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
52	Yaşar Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
53	Yeditepe Üniversitesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Toplam	1	1	1	0	0	0	3	4	6	4	3	1	4	2	12	12	15	9	11	11	11	19	4	135

Tablo 5'e göre VSM üzerine yapılan lisansüstü çalışmaların %60'ı Fen Bilimleri Enstitüleri bünyesinde hazırlanmıştır. Bu tezlerin %73'ü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı içinde yer almakta, geri kalan kısmı ise farklı mühendislik alanlarına yayılmaktadır. Bu kapsamda;

- Makine Mühendisliği: 7 tez
- Sağlık Yönetimi ve Lojistik Mühendisliği: 3'er tez

- Tekstil Mühendisliği, Hemşirelik, Enerji Bilimi ve Teknolojileri: 2'şer tez
- İnşaat Mühendisliği, Mikrobiyoloji, Bilişim Sistemleri: 1'er tez

olarak dağılım göstermektedir.

Çalışmaların %40'ı Sosyal Bilimler Enstitüleri bünyesinde yapılmış olup, bunların büyük çoğunluğu (%80) İşletme Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak;

- Toplam Kalite Yönetimi: 7 tez
- Turizm Rehberliği, Yönetim Mühendisliği, Tekstil Eğitimi, Sağlık Kurumları Yönetimi: 1'er tez

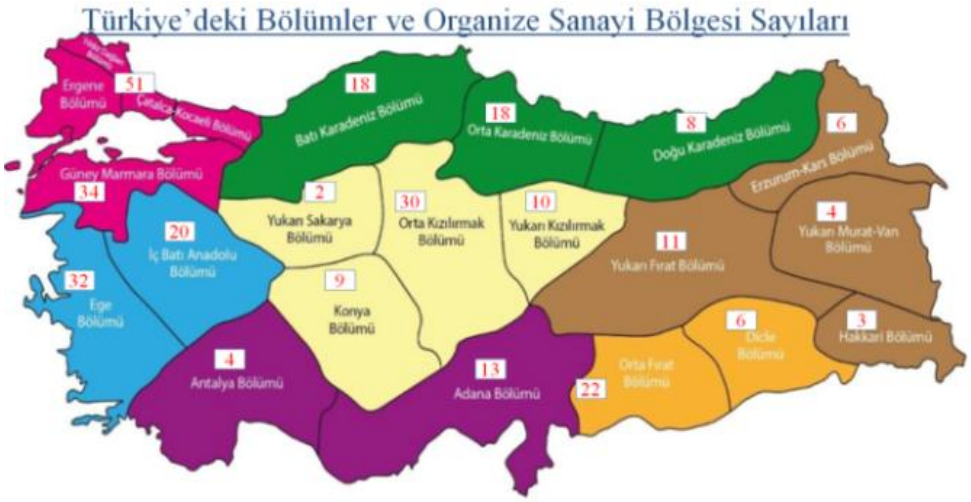
olarak çeşitlenen bir akademik dağılım bulunmaktadır [22, 23].

Tablo 5: VSM Metodu ile ilgili Yayınlanan Tezlerinin Enstitü Bazında Dağılımı [22, 24]

VSM Alanında Yapılan Tezlerin Enstitü Bazında Dağılımı

Enstitü Tanımı	Enstitü Bazlı Tez Sayısı	Anabilim Dalı	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Anabilim Dalı Bazlı Tez Sayısı
Fen Bilimleri	81	Endüstri Mühendisliği	0	0	1	0	0	0	2	2	4	2	2	0	4	1	6	1	3	3	3	3	8	11	3	59
		Makine Mühendisliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	4	0	7
		Sağlık Yönetimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
		Lojistik Mühendisliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
		Tekstil Mühendisliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
		Hemşirelik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
		Enerji Bilim ve Teknolojileri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		İnşaat Mühendisliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Mikrobiyoloji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		Bilişim Sistemleri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Sosyal Bilimler	54	İşletme	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	1	0	2	6	9	4	3	4	4	1	3	0	43
		Toplam Kalite Yönetimi	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	7
		Turizm Rehberliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Yönetim Mühendisliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Tekstil Eğitimi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Sağlık Kurumları Yönetimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Toplam	135		1	1	1	0	0	0	3	4	6	4	3	1	4	3	12	12	15	9	11	11	11	19	4	135

Şekil 1'de Türkiye'deki bölge ve bölümlere göre Organize Sanayi Bölgelerinin (OSB) sayısı, Tablo 6'da ise bu bölgelerde yer alan üniversitelerin VSM konulu tez sayıları ile OSB başına düşen tez sayısı gösterilmektedir. Tablo 6 genel olarak incelendiğinde, Türkiye'de toplam 301 OSB ve 135 lisansüstü tez bulunduğu dikkate alındığında, ülke genelinde OSB başına düşen tez sayısının 0,45 olduğu görülmektedir.



Şekil 1: Türkiye'deki Bölge Bazında OSB Sayısı İle VSM Metodu ile ilgili Tez Sayılarının Karşılaştırılması

Tablo 6: Türkiye'deki Bölge Bazında OSB Sayısı İle VSM Metodu ile ilgili Tez Sayıları

Sıra No	Bölge	OSB Sayısı	Tez Sayısı	Tez Sayısının Toplam Tez Sayısına Oranı	OSB Başına Tez Sayısı
1	Kuzey Marmara	51	48	36%	0,94
2	Batı Ege	32	27	20%	0,84
3	Doğu Akdeniz	13	8	6%	0,62
4	İç Anadolu	51	26	19%	0,51
5	Batı Akdeniz	4	2	1%	0,50
6	Batı Karadeniz	18	5	4%	0,28
7	Doğu Karadeniz	8	2	1%	0,25
8	Güneydoğu Anadolu	28	6	4%	0,21
9	Güney Marmara	34	7	5%	0,21
10	Doğu Anadolu	24	2	1%	0,08
11	Orta Karadeniz	18	1	1%	0,06
12	İç Ege	20	1	1%	0,05
	Toplam	301	135	100%	0,45

Bölgesel dağılım incelendiğinde Kuzey Marmara Bölümleri, 51 OSB'ye karşılık toplam tezlerin %36'sını barındırmakta ve OSB başına 0,94 tez değeriyle ilk sırada yer almaktadır. Batı Ege Bölümü, 32 OSB ve 20 tez ile OSB başına 0,84 değerine sahip olup ikinci sırada yer almaktadır. Üçüncü sırada bulunan Doğu Akdeniz Bölümü ise 13 OSB'ye karşılık tezlerin %6'sını üretmiş ve OSB başına 0,62 tez oranına ulaşmıştır.Bu üç bölüm birlikte değerlendirildiğinde, toplam tezlerin yaklaşık üçte ikisinin (≈ %66) bu bölümlerde üretildiği görülmektedir. Aynı şekilde, bu üç bölümdeki OSB sayısının toplam OSB sayısına oranı da

%63 olup dağılımın birbirine paralel olduğu anlaşılmaktadır. Diğer tüm bölge ve bölümlerde ise OSB başına düşen tez sayısının 0,60'ın altında kaldığı görülmektedir.

Elde edilen bulgular, VSM üzerine yapılan lisansüstü çalışmaların bölgesel olarak belirli sanayi yoğunluklarında kümelendiğini; ancak genel ortalamaya bakıldığında Türkiye'de OSB başına düşen tez sayısının 1'in oldukça altında olduğunu göstermektedir. Bu durum, üniversite–sanayi iş birliği kapsamında VSM temelli akademik çalışmaların artırılması hâlinde önemli bir gelişim ve etki potansiyeli bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Şehir bazında OSB sayıları ile VSM konulu tez üretiminin karşılaştırılması Şekil 2 ve Tablo 7'de sunulmaktadır. Şekil 2, OSB yoğunluğuna göre renklendirilmiş bir Türkiye haritası içerirken; Tablo 7, VSM alanında tez yayımlayan üniversitelerin bulunduğu 30 şehre ilişkin verileri göstermektedir. Tablo 7 incelendiğinde, bu 30 şehirde toplam 166 OSB bulunduğu ve bu şehirlerde OSB başına düşen tez sayısının 0,81 olduğu görülmektedir.



Şekil 2: Türkiye'deki Şehir Bazında OSB Sayısı

Tablo 7: Türkiye'deki Şehir Bazında OSB Sayısı ile VSM Metodu ile ilgili Tez Sayılarının Karşılaştırması

Sıra No	İller	OSB Sayısı	Tez Sayısı	Tez Sayısının Toplam Tez Sayısına Oranı	OSB Başına Tez Sayısı
1	İstanbul	8	40	30%	5,00
2	Adana	3	6	4%	2,00
3	Eskişehir	2	4	3%	2,00
4	Karabük	1	2	1%	2,00
5	İzmir	16	26	19%	1,63
6	Kayseri	3	4	3%	1,33
7	Kahramanmaraş	4	5	4%	1,25
8	Nevşehir	2	2	1%	1,00
9	Isparta	2	2	1%	1,00
10	Aksaray	1	1	1%	1,00
11	Konya	8	6	4%	0,75
12	Erzurum	3	2	1%	0,67
13	Düzce	3	2	1%	0,67
14	Trabzon	3	2	1%	0,67
15	Mersin	3	2	1%	0,67
16	Sakarya	7	4	3%	0,57
17	Ankara	16	7	5%	0,44
18	Bolu	3	1	1%	0,33
19	Çanakkale	3	1	1%	0,33
20	Kırıkkale	3	1	1%	0,33
21	Yalova	3	1	1%	0,33
22	Kocaeli	16	4	3%	0,25
23	Çankırı	4	1	1%	0,25
24	Denizli	4	1	1%	0,25
25	Balıkesir	5	1	1%	0,20
26	Gaziantep	5	1	1%	0,20
27	Tokat	5	1	1%	0,20
28	Bursa	16	3	2%	0,19
29	Bilecik	7	1	1%	0,14
30	Manisa	7	1	1%	0,14
	Toplam	166	135	100%	0,81

Şehir bazındaki performans incelendiğinde İstanbul, OSB başına 5 tez ile açık ara ilk sırada yer almaktadır. Bunu;

- Adana, Eskişehir ve Karabük (2'şer tez),
- İzmir (1,63),
- Kayseri (1,33),
- Kahramanmaraş (1,25),
- Nevşehir, Isparta ve Aksaray (1'er tez)

takip etmektedir. Bu şehirlerin OSB başına tez üretim değerleri, bölge-bölüm bazlı değerlendirmenin üzerinde olup VSM konusunda daha güçlü akademik üretim yapıldığını göstermektedir.Buna karşın listedeki diğer 20 şehirde OSB başına tez sayısının 1'in altında kaldığı; ayrıca Türkiye genelinde 51 ilde hiç tez üretilmemiş olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, üniversite–sanayi iş birliğinin VSM özelinde geliştirilebilmesi için pek çok şehirde önemli bir potansiyelin hâlen kullanılamadığını ortaya koymaktadır.

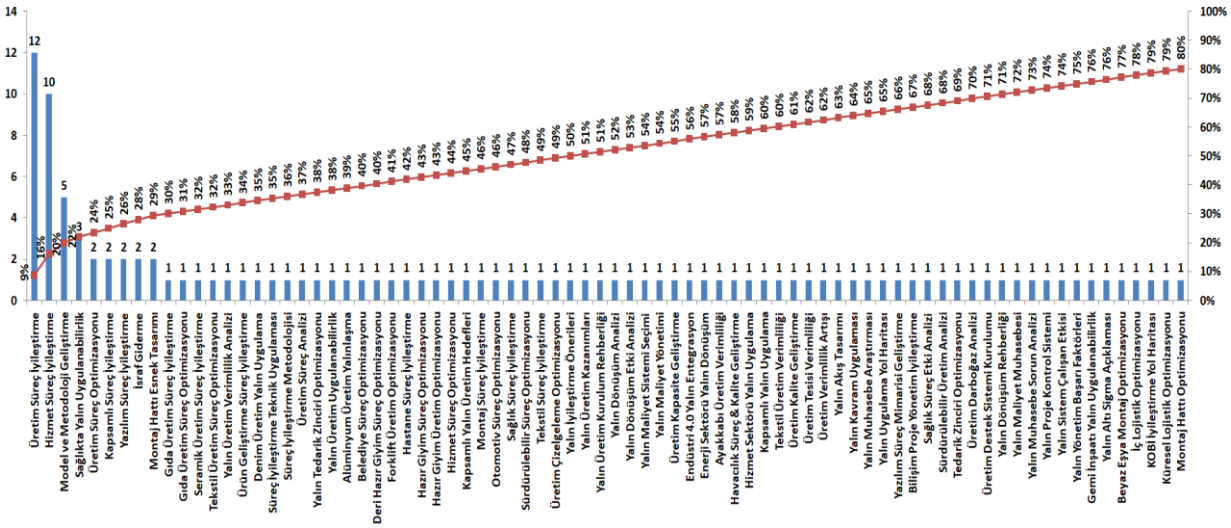
Tablo 8, VSM ile ilgili lisansüstü tezlerin sektörel dağılımını göstermektedir.

Tablo 8: VSM Metodu ile ilgili Tezlerin Sektör Bazında Dağılımı

Sıra No	Sektör	VSM Sayısı	Küm. Oran	Ara Toplam Sayı	Ara Toplam Oran
1	Sağlık	18	13%		
2	Ev Eşyası	13	10%		
3	Otomotiv	13	10%		
4	Tekstil	11	8%		
5	Makine	8	6%	63	46%
6	Gıda	6	4%		
	Plastik	5	4%		
	Enerji	5	4%		
	İnşaat	5	4%		
	Mobilya	5	4%	89	65%
7	Bilişim	3	2%		
	Hizmet	3	2%		
	Lojistik	3	2%		
	Metal	3	2%		
	Ahşap	2	1%		
	Geri Dönüşüm Sektörü	2	1%		
	Maden	2	1%		
	Soğutma	2	1%	109	80%
8	Temizlik Malzemeleri	2	1%		
	Tıp	2	1%		
	Ambalaj	1	1%		
	Atölye Tipi Üretim	1	1%		
	Demiryolu	1	1%		
	Denizcilik	1	1%		
	Döküm	1	1%		
	Elektronik	1	1%		
	Endüstri 4.0 Teknolojileri	1	1%		
	Finans	1	1%		
	Genel	1	1%		
	Havacılık	1	1%		
	Hazır Giyim	1	1%		
	Kalıpçılık	1	1%		
	Kamu	1	1%		
	N/A	1	1%		
	Narenciye	1	1%		
	Perakende	1	1%		
	Rafineri	1	1%		
	Savunma	1	1%		
	Süt ve Süt Ürünleri	1	1%		
	Telekominikasyon	1	1%		
	Tersane	1	1%		
	Turizm	1	1%		
	Un ve Unlu Mamüller	1	1%	136	100%

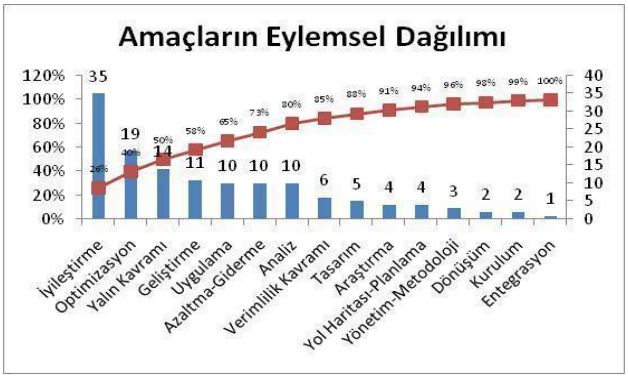
Tablo incelendiğinde, çalışmaların 41 farklı sektöre yayıldığı ve sektör çeşitliliğinin oldukça geniş olduğu görülmektedir. Buna karşın, tezlerin önemli bir bölümünün belirli sektörlerde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. En fazla çalışma yapılan ilk beş sektör sırasıyla sağlık, ev eşyası/beyaz eşya, otomotiv, tekstil ve makine sektörleridir. Ayrıca, sektörel dağılımın üst sıraları incelendiğinde, ilk 18 sektörün toplam tezlerin yaklaşık %80'ini oluşturduğu görülmektedir. Bu durum, VSM'nin özellikle üretim ve hizmet yoğun sektörlerde daha fazla tercih edildiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 3'te, VSM ile ilgili hazırlanan 135 lisansüstü tezin amaçları incelendiğinde toplam 105 farklı amaç türü olduğu görülmektedir. Bu amaçlar içinden ilk 23 tanesi, tüm amaçların yaklaşık %40'ını oluşturarak belirgin bir yoğunlaşma göstermektedir. Bu grupta en fazla tekrar eden amaç, 12 tez ile "Üretimde Süreç İyileştirme" olup ilk sırada yer almaktadır. Bunu 10 tez ile "Hizmet Süreç İyileştirmesi" ve 5 tez ile "Model ve Metodoloji Geliştirme" izlemektedir. Bu dağılım, VSM'nin hem üretim hem de hizmet sektörlerinde süreç iyileştirme odaklı bir araç olarak yoğun şekilde tercih edildiğini göstermektedir.



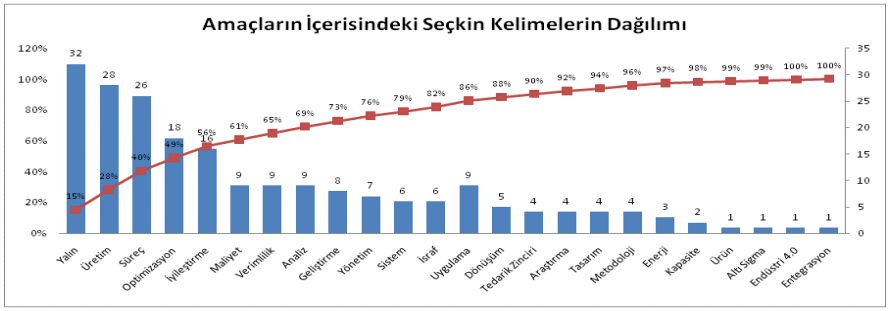
Şekil 3: VSM Metodu ile İlgili Tezlerin Amaçlarının Sınıflandırılması

Şekil 4' te de bu amaçların eylemsel dağılımı gösterilmektedir. Elde edilen bulgular, VSM odaklı tezlerin büyük ölçüde belirli eylem türlerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, "İyileştirme" eylemi 35 tez ile açık ara ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla 19 tez ile "Optimizasyon", 14 tez ile "Yalın Kavramı", 11 tez ile "Geliştirme" ve 10'ar tez ile "Uygulama", "Azaltma/Giderme" ve "Analiz" eylemleri takip etmektedir. Bu sonuçlar, VSM'nin akademik çalışmalarda en çok süreç odaklı iyileştirme ve optimizasyon amacıyla tercih edildiğini göstermektedir.



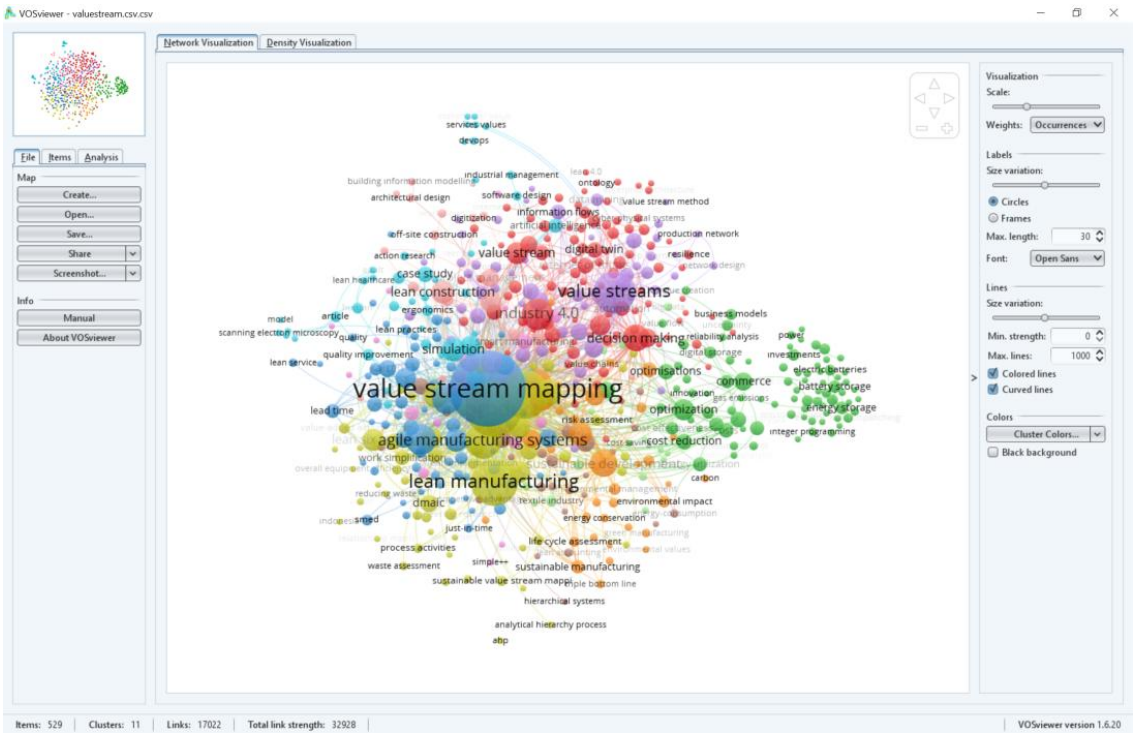
Şekil 4: VSM ile İlgili Yayınlanan Tezlerin Amaçlarının Eylemsel Dağılımı

Şekil 5'te ise tez amaçlarında yer alan seçkin anahtar kelimelerin frekans dağılımı gösterilmektedir.Analiz sonucunda en sık kullanılan ilk beş kelimenin sırasıyla "Yalın", "Üretim", "Süreç", "Optimizasyon" ve "İyileştirme" olduğu görülmektedir. Bu bulgu, VSM çalışmalarının kavramsal olarak en çok yalın üretim yaklaşımı ve süreç temelli iyileştirme odaklarında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5: VSM Metodu ile ilgili Tez Yayınlarının Amaçlarının İçerisindeki Seçkin Kelimelerin Dağılımı

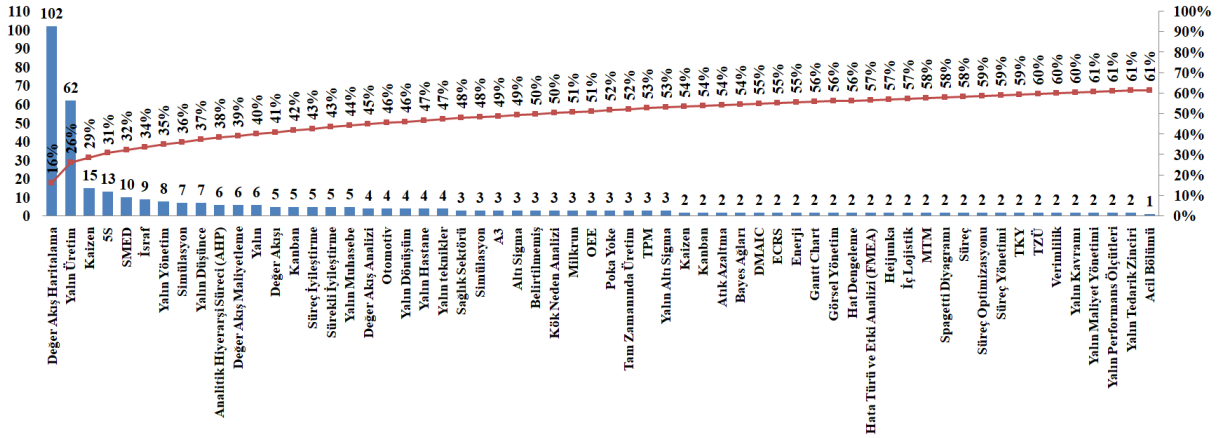
Şekil 6'da çalışmaya ait bibliyometrik harita sunulmaktadır.



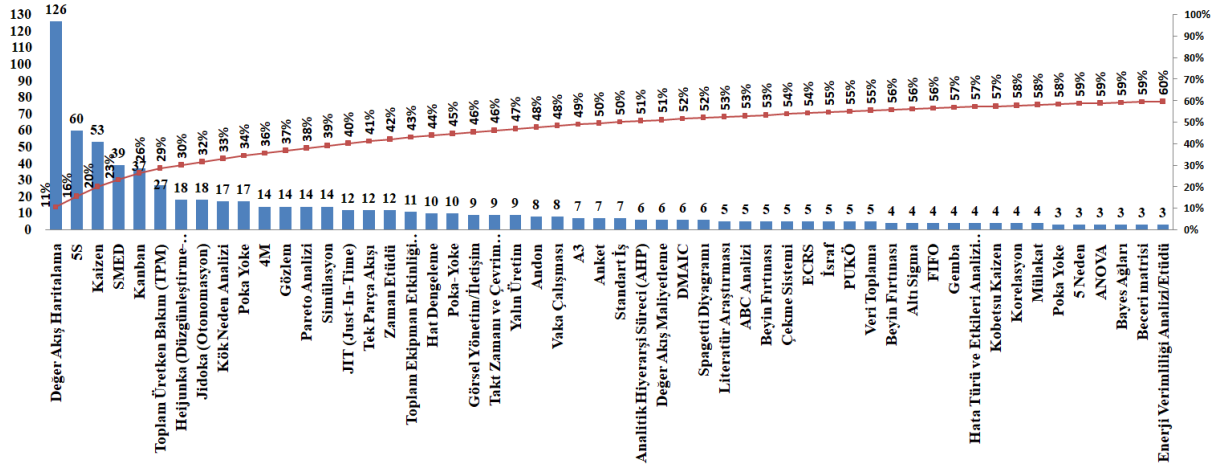
Şekil 6: VSM ile ilgili Tezlerin VOSViewer ile Bibliyometrik Olarak Haritalandırılması [25]

Harita incelendiğinde öne çıkan kelime ve kelime gruplarının sırasıyla "Value Stream Mapping", "Lean Manufacturing", "Value Streams", "Agile Manufacturing Systems" ve "Industry 4.0" olduğu görülmektedir [25]. Bu kavramların yoğunlaşması, VSM ile ilgili akademik çalışmaların büyük ölçüde yalın üretim, çevik üretim sistemleri ve Endüstri 4.0 bileşenleriyle güçlü bir etkileşim içinde ele alındığını göstermektedir.

Şekil 7'de anahtar kelimelerin, Şekil 8'de ise bilimsel metotların frekans dağılımları gösterilmektedir.



Şekil 7: VSM Metodu ile İlgili Tezlerdeki Anahtar Kelimelerin ve Bilimsel Metotların Dağılımı



Şekil 8: VSM Metodu ile İlgili Tezlerdeki Anahtar Kelimelerin ve Bilimsel Metotların Dağılımı

Şekil 7 incelendiğinde, 300 çeşit anahtar kelimenin içinden en sık kullanılan ilk beş anahtar kelimenin sırasıyla Değer Akış Haritalama, Yalın Üretim, Kaizen, 5S ve SMED olduğu görülmektedir. Bu dağılım, VSM çalışmalarının yalın üretimin temel araçlarıyla güçlü biçimde ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır.

Bilimsel metotlara ilişkin Şekil 8 incelendiğinde ise anahtar kelime sıralamasına benzer bir yapı görülmekle birlikte, 469 çeşit bilimsel metot içinden ilk beş sırada yer alan kavramlarda küçük bir farklılık olduğu dikkat çekmektedir. Bu kapsamda, anahtar kelimeler arasında üst sıralarda bulunan Yalın Üretim, bilimsel metot sıralamasında yerini Kanban yöntemine bırakmaktadır. Bu sonuç, tezlerde VSM'nin uygulama araçlarıyla birlikte daha yoğun kullanıldığını, yalın üretimin ise çoğunlukla çerçeve kavram olarak ele alındığını göstermektedir.

VSM ile ilgili lisansüstü tezlerde kullanılan bilimsel metotların sektörler bazında hangi yıllarda ilk kez uygulandığını gösteren yöntemsel bir değerlendirme sunulmuştur. Bulgular, VSM'nin zaman içinde farklı sektörlerde farklı metotlarla bütünleşerek geliştiğini ve uygulama

alanlarının yıllara göre çeşitlendiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmada ayrıca en fazla tez üretilen alan olan sağlık sektörü ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Sağlık sektörüne ait tezlerin büyük kısmı; hasta akışı, bekleme süreleri, kaynak kullanım verimliliği ve süreç performansı gibi konularda iyileştirme ve problem çözme odaklıdır. Anahtar kelime analizleri, bu çalışmaların "yalın", "süreç", "akış", "verimlilik" ve "iyileştirme" temalarında yoğunlaştığını göstermektedir.

Kullanılan bilimsel metotlar incelendiğinde, sağlık sektöründe VSM'nin çoğunlukla 5S, Kaizen, SMED, OEE, zaman etüdü, simülasyon ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile birlikte uygulandığı görülmektedir. Bu bulgular, VSM'nin sağlık hizmetlerinde sadece süreç görünürlüğünü artıran bir araç değil, aynı zamanda iyileştirme projelerinin temel metodolojik bileşeni olarak önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmanın bulguları, Değer Akış Haritalama (VSM) yönteminin Türkiye'de hem akademik çevrelerde hem de endüstriyel uygulamalarda giderek artan bir ilgiyle karşılandığını göstermektedir. Ancak bu yaygınlaşmanın, potansiyelinin oldukça gerisinde olduğu da dikkat çekmektedir.Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan verilere göre, Türkiye'deki 210 üniversitenin yalnızca 53'ünde VSM konulu lisansüstü tez üretilmiştir ve bu üniversitelerin %75'i yalnızca bir adet çalışma ile temsil edilmektedir. Bu dağılım, VSM metodunun akademik görünürlüğünün ve kurumsal olgunluk seviyesinin hâlâ başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir. Literatürde Şahin & Topal (2016) [22] tarafından vurgulanan tez üretimindeki dengesizlik ve belirli üniversitelere yoğunlaşma, bu çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Sektörel açıdan değerlendirildiğinde, 10 şehirde OSB başına düşen tez sayısının 1'in üzerinde olmasına karşın, Türkiye'deki 81 ilin büyük çoğunluğunda bu değerin 1'in altında kaldığı görülmektedir. Bu durum, VSM'nin verimlilik artışı, yalın dönüşüm ve süreç şeffaflığı açısından sunduğu fırsatlara rağmen üniversite–sanayi işbirliği potansiyelinin birçok ilde yeterince kullanılmadığını göstermektedir. Özellikle OSB sayısı yüksek ancak VSM çalışması düşük olan illerde, metodun sağladığı maliyet azaltma, kalite artışı ve süreç görünürlük avantajları açısından önemli fırsatlar kaçırılmaktadır. Batwara ve ark. (2023) [24] da VSM'nin modern üretim sistemlerinin sürdürülebilir gelişimi için kritik bir araç olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürde "VSM yalnızca çok istasyonlu, karmaşık üretim hatlarında anlamlıdır" yönünde yaygın bir yanlış görüş bulunmaktadır. Ancak araştırma verileri bu görüşü doğrulamamaktadır. Teslim süresi (lead time), her ölçekteki süreç için kritik bir metrik olduğundan, ister tek istasyon

ister çok istasyonlu hatlar olsun her üretim veya hizmet süreci aslında bir değer akışına sahiptir. Bu nedenle VSM, süreç adımı sayısından bağımsız olarak uygulanabilir bir yöntemdir. Nitekim sağlık, hizmet, tekstil, enerji ve lojistik gibi üretim dışı alanlarda da etkin biçimde kullanılması, yöntemin geniş uygulanabilirlik gücünü kanıtlamaktadır [6-11-19-21].

Sonuçlar, Türkiye'de VSM metodunun geleceğine ilişkin güçlü fırsat alanlarına işaret etmektedir. Özellikle dijitalleşmenin hız kazandığı bu dönemde, VSM'nin Endüstri 4.0 teknolojileri ile bütünleştirilmesi kaçınılmazdır. Sarı (2022) [25] tarafından da belirtildiği üzere, üretim sistemlerinin dijitalleşmesi VSM'nin yeni nesil araçlarla birleşmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda:

- Yapay zekâ algoritmalarıyla metrik karşılaştırma,
- Ajan tabanlı modelleme ile dinamik akış simülasyonlarının oluşturulması,
- Doğal dil modelleriyle süreç verilerinin otomatik işlenmesi,
- Dijital ikiz (digital twin) tabanlı VSM haritalarının geliştirilmesi

gibi çalışmalar hem akademi hem de sektör için yüksek değer yaratma potansiyeline sahiptir. Bu dönüşüm, literatürde Batwara et al. (2023) [24] ve Saka (2024) [3] tarafından vurgulanan akıllı sistemlere geçiş ile doğrudan ilişkilidir.

Bu çalışma VSM'nin Türkiye'deki akademik temsilinin mevcut durumunu ortaya koymakta, sektörel dağılımın güçlü ve zayıf yönlerini göstermekte ve yöntemin gelecekteki araştırmalarla daha etkin bir biçimde desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Hem akademik hem de uygulamalı çalışmaların artırılması, VSM'nin Türkiye'de sanayi verimliliği, operasyonel mükemmellik ve yalın dönüşüm alanlarında çok daha güçlü bir yer edinmesine katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'deki 208 üniversitenin 53'ünde ve 301 organize sanayi bölgesinin 166'sında karşılığı olan 135 lisansüstü tez, Değer Akış Haritalama (VSM) yönteminin hâlâ canlı, güncel ve üzerinde çalışılmaya değer bir araştırma konusu olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, VSM'nin yalnızca klasik bir yalın üretim aracı değil, aynı zamanda karar destek sistemleriyle entegre kullanılan etkili bir endüstri mühendisliği yöntemi hâline geldiğini göstermektedir.

Bilimsel metotlarla entegrasyon boyutunda bakıldığında VSM'nin; simülasyon, çok kriterli karar verme, bulanık mantık, proses madenciliği gibi yöntemlerle birlikte sıkça kullanıldığı, ancak içinde bulunduğumuz yapay zekâ ve dijital dönüşüm çağının sunduğu entegrasyon fırsatlarının henüz tam anlamıyla değerlendirilmediği görülmektedir. Bu durum, özellikle yapay zekâ, makine öğrenmesi, ajan tabanlı modelleme, dijital ikiz ve doğal dil işleme gibi

alanlarla VSM'yi bir araya getiren yeni araştırma konularına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, VSM'nin günümüzde hâlâ tercih edilen bir yalın üretim aracı olmasının yanında, sektörel verimlilik artışı ve süreç iyileştirme odaklı projelerde güçlü bir karar destek mekanizması olarak benimsendiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

Eğitim boyutu: VSM'nin lisans düzeyinden itibaren özellikle endüstri mühendisliği, işletme, lojistik, sağlık yönetimi ve ilgili programlarda zorunlu veya seçmeli ders içeriği olarak ele alınması ve uygulamalı örneklerle desteklenmesi önerilmektedir.

Üniversite–sanayi iş birliği: OSB'ler, teknoparklar ve sanayi bölgeleri ile yürütülecek bitirme projeleri, stajlar, atölye çalışmaları ve çalıştaylar kapsamında VSM'nin merkezde olduğu proje konularının teşvik edilmesi; böylece hem sanayiye doğrudan katkı sağlanması hem de VSM temelli bilimsel yayın sayısının artırılması mümkündür.

Araştırma gündemi: VSM'nin, yapay zekâ algoritmalarıyla metrik karşılaştırma, ajan tabanlı modelleme ile akış analizi, dijitalleşmiş VSM haritaları ve doğal dil modelleri ile veri toplama–yorumlama gibi alanlarla birleştirildiği yeni nesil araştırma çerçevelerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Politika ve teşvikler: VSM odaklı tez, proje ve sanayi iş birliği çalışmalarının; kurum içi BAP projeleri, TÜBİTAK destekleri, kalkınma ajansı programları gibi mekanizmalarla özellikle teşvik edilmesi, yöntemin yaygınlık ve derinliğini artıracaktır.

Bu çalışma, VSM'nin Türkiye'de hem akademik hem de uygulamalı düzeyde daha stratejik bir konuma taşınabilmesi için güçlü bir altyapı sunduğunu; ancak bu potansiyelin tam olarak kullanılabilmesi için daha fazla disiplinler arası çalışma, daha fazla dijital entegrasyon ve daha güçlü üniversite–sanayi işbirliği gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1]Bora, E. (2016). YalınMontaj Sistemlerinin Tasarlanması ve Uygulanması(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[2] Işık, B. (2025). Gıda tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik odaklı değer akış haritalama yaklaşımı ve iyileştirme önerileri(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin

[3] Saka, G. (2024). Process mining and value stream mapping with lean manufacturing techniques A case study at a faucet factory (casting and machining) (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

[4] Temiz, E. C., (2024). Düşük yoğunluklu polietilen geri dönüşüm proseslerine yalın üretim tekniklerinin uygulanması Değer akış haritalandırma yaklaşımı(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin

[5] Demir, S. (2024). Temizlik kağıt ürünleri sektöründe değer akış haritalama yöntemiyle süreç iyileştirme çalışması(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli

[6] Doğan, N. Ö., & Yağlı, B. Ş. (2019). SağlıkSektöründe Yalın Düşünce: Bir Literatür Derlemesi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 22(2), 467-490.

[7] Yalçınkaya, A. (2009). Değer akış haritasını kullanarak üretim düzgünleştirme ve bir uygulama(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
[8] Coşkun, E. (2023). Değer akış haritalama ve ayakkabı yan sanayisinde uygulanması(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük
[9] Yurdugül, U. (2010). Değer akışı haritalandırma yöntemi ve bir uygulama(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
[10] Coşkun, Z. (2024). Dökümhanede uygulanan yalın üretim tekniklerinin verimlilik artışına olan etkisinin bulanık mantık ile modellenmesi(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale
[11] Akbal, H., (2021). Sağlık sektöründe süreç iyileştirme: Bir eğitim ve araştırma hastanesinde kısıtlar teorisi-yalın üretim-simülasyon bütünleşik yöntemi ile bir uygulama(Yayımlanmamış doktora tezi).Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir
[12] Çakıroğlu, Z. (2018). Sağlık sektöründe süreçlerin iyileştirilmesi için yalın yönetim bilişim sistemi geliştirilmesi Yoğun bakım ünitesinde bir uygulama(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş
[13] İnce, U. (2018). Tekstil sektöründe değer akışı haritalama uygulaması ve yalın üretim anlayışı(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).İstanbul Ticaret Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
[14] Çalişkan, Z. (2018). Su Armatürü Üretiminde Değer Akış Haritalama (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
[15] Çakır, G. (2024). Yalın üretim sistemi: Seramik fabrikasında bir uygulama (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik
[16] Kaya, K. (2023). Smed yöntemi kullanılarak kalıp hazırlık sürelerinin azaltılması(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
[17] Özdoğan, A. (2023). Bir kuruluşta yalın üretim teknikleri kullanılarak toplam kalite maliyetlerinin azaltılması(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
[18] Asiabi, A. S. (2022). Swot analizi, yalın üretim teknikleri ve Erp ile Kobi'ler için iyileştirme yol haritasının oluşturulması(Yayımlanmamış doktora tezi).Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum
[19] Türkön, B. F., & Toraman, A. (2023). Sağlık kurumlarında yalın yönetim: bursa ilinde bir uygulama örneği. Verimlilik Dergisi, 57(1), 211-238.
[20] Yıldırım, M. A. (2017). Sanayi Işletmelerinde Yalın Üretim Teknikleri ve Uygulamaları(Yayımlanmamış doktora tezi).İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya
[21]Abeidi,N. (2016). Implementation of lean six sigma in healthcare(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
[22] Şahin, H., & Topal, B. (2016). Türkiye'de tedarik zinciri konusunda yapılan doktora tezlerinin genel profilinin içerik analizi yöntemiyle belirlenmesi. International Journal of Social Science, 50, 471-482.
[23] Ergüneş, E. (2014). Gemi İnşaatında Yalın Üretim ve Değer Akış Haritalama(Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli
[24] Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping–a systematic literature review. Heliyon, 9(5),e15852.
[25] Sarı, E. B. (2022). Endüstri 4.0 ile Şekillenen Üretim Sistemlerinde Değer Akış Haritalama: Sistematik Literatür Analizi ve Kavramsal Model Önerisi. Journal of Business in The Digital Age, 5(2), 76-84.
[26] Şahin, Ö., Şahin, H. (2025). VSM ve Simülasyon Kullanımıyla Otomotivde Operasyonel Verimliliğin Artırılması.Bursa Internatıonal Trade And Logıstıcs Symposıum-Iıı May 09, 2025 / Bursa Technical University, Bursa, Türkiye

EVALUATION OF PASSENGER DEMAND AND CRUISE LINES AT MARMARIS CRUISE PORT

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm KORALTÜRK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-0092-4209

ABSTRACT

Cruise ports play a significant role in tourism development by facilitating incoming and outgoing passenger flows and by generating economic benefits through shore excursions and passenger expenditures. This study examines cruise vessels scheduled to call at Marmaris Port and the associated travel tour packages during the period between 1 December 2025 and 1 January 2028. The dataset was compiled from the official websites of shipowners and cruise operators and subsequently analyzed using the SPSS statistical software package.

The analysis provides comprehensive insights into the shipowners and cruise operators calling at Marmaris Port, as well as the characteristics of the cruise itineraries, tour packages, pricing structures, and vessel specifications. Based on these findings, the current potential of Marmaris Port is assessed, and policy-oriented evaluations and strategic recommendations are proposed to support and enhance cruise tourism development in the region.

Keywords: Marmaris Port; Shipowners and Cruise Operators; Cruise Tourism; Travel Tours.

MARMARİS KRUVAZİYER LİMANININ YOLCU TALEBİ VE KRUVAZİYER HATLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Kruvaziyer limanları, gelen ve giden yolcu hareketlerini kolaylaştırmaları ile kıyı gezilerinden elde edilen gelirler ve yolcu harcamaları yoluyla turizmin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, **1 Aralık 2025 – 1 Ocak 2028** tarihleri arasında Marmaris Limanı'na uğrak yapması planlanan kruvaziyer gemileri ile bu gemilere bağlı seyahat tur sitelerinden derlenmiş ve SPSS istatistiksel yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, Marmaris Limanı'na uğrak yapan armatörler ve kruvaziyer işletmeleri ile kruvaziyer güzergâhları, tur paketleri, fiyatlandırma yapıları ve gelen gemilerin teknik özelliklerine ilişkin kapsamlı bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda Marmaris Limanı'nın mevcut potansiyeli değerlendirilmiş; bölgedeki kruvaziyer turizminin geliştirilmesi ve desteklenmesine yönelik politika odaklı değerlendirmeler ve stratejik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Marmaris Limanı; Armatörler ve Kruvaziyer İşletmeleri; Kruvaziyer Turizmi; Seyahat Turları.

1. Introduction

Cruise tourism has become one of the fastest-growing sectors of the global tourism industry, making substantial economic contributions to both cruise operators and host destinations. Since the 1990s, passenger numbers have increased by approximately 7.4% annually, generating employment onboard ships and within port cities (Elliott & Choi, 2011; Doğan, 2011). Economic benefits primarily arise from passenger spending on local goods, services, excursions, and cultural activities during port calls, thereby supporting small businesses and regional development (Pino & Peluso, 2018; Polykalas et al., 2024). Evidence from emerging destinations, such as Bangladesh, further highlights the sector's potential to generate foreign exchange earnings and stimulate local economies (Chowdhury & Islam, 2021; Alkan et al., 2015).

Despite these advantages, cruise tourism also presents significant environmental and social challenges. Cruise-related air emissions, marine pollution, and waste generation pose serious threats, particularly in environmentally sensitive regions such as the Mediterranean, where effective control mechanisms remain limited (Carić & Mackelworth, 2014; Pino & Peluso, 2018). While local communities generally perceive cruise tourism positively due to its economic benefits, concerns related to overcrowding, port management, and visit organization persist, underscoring the importance of sustained community support for long-term sustainability (McCaughey et al., 2018; Hunter et al., 2015).

From a market perspective, the industry has diversified geographically, with rapid growth observed in the Mediterranean, Baltic, and East Asian regions (Dehoorne et al., 2014; Buades, 2015). Passenger profiles have also evolved, with increasing participation by younger travellers and a high proportion of repeat cruisers, reflecting strong satisfaction and loyalty (Elliott & Choi, 2011). Tourist satisfaction is closely linked to onshore spending, repeat visitation, and positive word-of-mouth, highlighting the economic importance of destination-based experiences (Polykalas et al., 2024; Satta et al., 2015; Sanz-Blas et al., 2019).

Strategic destination management plays a critical role in enhancing cruise competitiveness. Research emphasizes the significance of port infrastructure, transportation systems, cultural assets, and well-designed shore programs, alongside effective governance, and regulatory frameworks to address sustainability and stakeholder coordination (Papathanassis, 2017; Pino & Peluso, 2018; Tseng & Yip, 2021). Recent studies indicate a shift toward destination-centric approaches that prioritize sustainability, governance, and long-term economic impacts, supported by technological integration such as Information Communication Technology ICT and e-cruising applications (Chu & Tung, 2023; Tseng & Yip, 2021).

Although cruise tourism research remains limited compared to other tourism sectors, bibliometric studies—particularly those focusing on Türkiye-demonstrate growing scholarly attention, especially regarding environmental sustainability alongside economic and social dimensions (Aras, 2022; Davenport & Davenport, 2006; Lloret et al., 2021).

1. 1. Marmaris Cruise Port

Marmaris Cruise Port is in the district of Marmaris, within Muğla Province on the southwestern coast of Türkiye, and is one of the region's important maritime transportation and passenger ports.

Table 1. Marmaris Cruise Port Characteristic

Owner	Marmaris Liman İşletmeleri A.Ş.
Management Structure	Privately managed under a 49-year lease agreement starting in 2001
Geographical Coordinates	36°50' 57.0" N, 28°16' 45.2" E
Berth / Pier	Two quays: 305 m & 134 m (each 15 m wide)
Water Depth (Draft)	Up to 11 m maximum draft
Services Provided	Supports ferry services, cargo vessels, and yacht traffic. Pilotage, bilge water, waste reception, bunkering duty-free stores, car park, ATM, taxi etc.
Distance to City Center	10 minutes' walk
Distance to Airport	80 km to Dalman Airport
Inter-Port Distance	50 km to Rhodes

Source: Marmaris Cruise Port. (2025).

In this study, a cruise line analysis was conducted for Marmaris Port. The research was carried out in two stages. In the first stage, a dataset comprising the number of ships and passengers calling at Marmaris Port between 2011 and 2025 was compiled and subsequently analyzed and interpreted. In the second stage, a dataset related to the cruise ships calling at Marmaris Port and the tour packages offered on this route was developed, and a general evaluation of the route was performed. Furthermore, a market analysis of Marmaris Port was conducted. In recent years, a slight increase has been observed in the number of passengers arriving at Marmaris Cruise Port. It is well established that tourists contribute to the regional economy through their expenditures and participation in local economic activities during their visits. Globally, the cruise industry was severely affected during the pandemic period. According to a report published by the Cruise Lines International Association (CLIA, 2021), the cruise industry plays a significant role in creating employment and economic opportunities for millions of people worldwide, with a total of 34.6 million passengers carried globally (CLIA, 2024). Based on statistics published by the Ministry of Culture and Tourism, Marmaris Cruise Port recorded 45

ship calls in 2024, and the number of cruise passengers arriving at the port reached 39,789 (Cruise Statistics, 2023; 2024).

As shown in Figures 1 and 2, which were prepared using data obtained from the Ministry of Transport's official website, an analysis of ship calls by Harbour Masters in 2024 indicates that Kuşadası Port ranked first with 524 ship calls, while Marmaris Port ranked tenth with 28 ship calls. In terms of passenger traffic, the İstanbul Harbour Master ranked first in 2024 with 48,862 passengers, whereas the Marmaris Harbour Master ranked second, handling a total of 9,789 passengers.

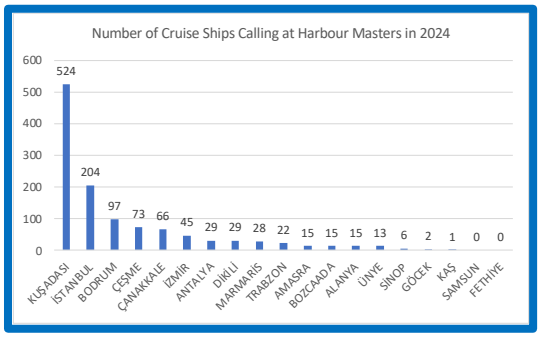


Figure 1. Number of Cruise Ships Calling Harbour Masters

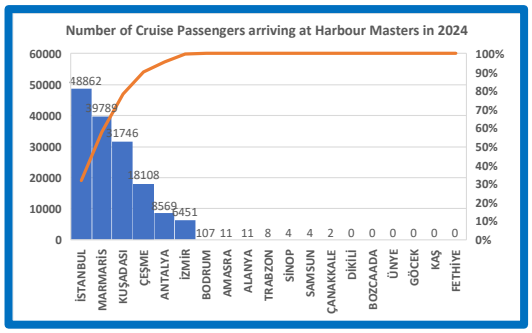


Figure 4. Number of Arriving Cruise Passenger arriving at Harbour Masters in 2024

As shown in Figures 3 and 4, the number of ships calling at the port was 86 in 2011, declining to 45 by 2024. Similarly, the number of passengers arriving at Marmaris Port was recorded as 29,667 in 2011, and a significant decrease in passenger numbers is observed during the period from 20 16 to 2022. By 2024, passenger traffic had increased to 39,789 passengers Ulaştırma Bakanlığı (2025).

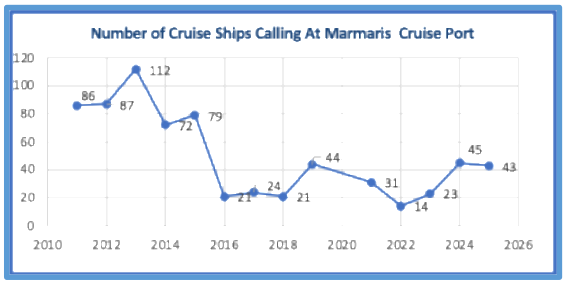


Figure 3. Number of Cruise Ships Calling. at Marmaris Cruise port.

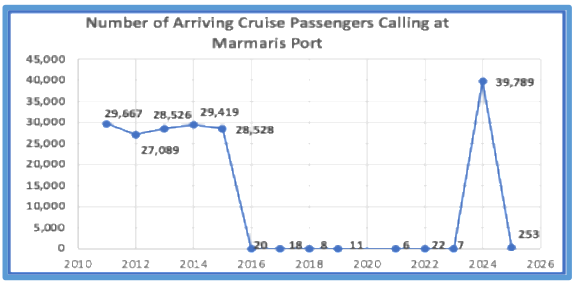


Figure 4. Number of Arriving Cruise Passengers Cruise Port

1.2. Aim of the study

This study presents a cruise line and market analysis of Marmaris Port using a two-stage research design. In the first stage, a longitudinal dataset comprising annual ship calls and passenger volumes at Marmaris Port for the period 2011–2025 was compiled and subjected to

descriptive statistical analysis to identify temporal trends. In the second stage, data on cruise vessels calling at Marmaris Port and tour packages incorporating this port were examined. Specifically, a dataset of 213 cruise tour packages scheduled between 1 December 2025 and 1 January 2028 was obtained from Cruise in Turkey (2025) and Cruisemapper (2025). These data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) to derive empirical findings. Based on the results, a comprehensive market assessment of Marmaris Port within the cruise tourism sector was conducted. Therefore, the focus of this study is to address the question of how the tourism potential of Marmaris Cruise Port is likely to evolve in the coming years. 213 travel tour package data sets obtained from shipowners' websites and cruise lines' websites were analyzed. The data were analyzed using the Descriptive Analysis method in the Spss. We have following questions raised in the article. We have following questions raised in the article. The limits of this study: Assessment is done over the standard cabin prices per single person declared by tour seller for a certain period.

- Which shipowners and Cruise Lines do prefer Marmaris Cruise port.
- What are the numbers of ships, their carrying capacity, technical specifications, and number of passengers they are bringing to Marmaris Cruise port?
- What is the current tourism potential of the Marmaris region?
- How is the tourism potential of the region expected to develop in the future?

3. Findings

It is determined that a total of 14 ships made one or more stops at Marmaris Cruise port t at various times of the years 2026 and 2027. In figure 2 Cruise Lines and Shipowners names and their fleet codes are given. It’s understood that total of 11 shipowners preferred Marmaris cruise port. When the distribution of ships operated by shipowners calling at Marmaris is examined, it is observed that TUI AG (Touristik Union International) and MSC (Mediterranean Shipping Company) operate two and three vessels in the market, respectively. Table 2 presents the names of the vessels scheduled to call at Marmaris Port, along with the corresponding shipowners, cruise operators, and their respective codes.

Table 2. Names of Ship, Ship Codes, Shipowner, Shipowner Codes Cruise Lines and Cruise Line Codes

Vessel Name	Ship Code	Shipowner	Shipowener Code	Cruise Line Operator	Cruise Line Operator codes
AidaStella	AidaStel	Carnival Corporation & PLC	CCPLC	AIDA Kreuzfahrten (AIDA Cruises)	AIDAcr
Azamara Onward	AzaOnw	Sycamore Partners (via SP CRUISES VESSEL PP LTD)	SYCPART	Azamara Cruises	Azacr
Douglas Mawson	DougMaw	SunStone Maritime Group AS (via SunStone Ships Inc)	SunSto	American Queen Voyages, Aurora Expeditions	AqVAE
Fred Olsen Balmora	FrOlBal	Balmoral Cruise Limited	Bal	Fred Olsen Cruise Lines Ltd	FrOlCr
Marella Discovery	MaDisc	TUI AG & Royal Caribbean Cruises Ltd	TuiAgRoCaCr	Marella Cruises Ltd (TUI UK)	MarCrTui
Msc Divina	Msc Div	Mediterranean Shipping Company (MSC Group)	MSC	MSC Cruises	MSC
Msc Explora2	Msc Exp2	Mediterranean Shipping Company (MSC Group) via MSC Crociere SpA	MSCvMSCCSp	MSC Cruises (via MSC Explora Journeys)	MSCvMscEJ
Oceania Regatta	OceReg	NCLH/Norwegian Cruise Line Holdings Ltd (via NCL BAHAMAS LTD)	NCHLvBa	Oceania Cruises Inc	OcCrI
Tui Mein Schiff 5	TuiMSc5	TUI Cruises GmbH (TUI Group + Royal Caribbean Group)	TuiCrRoCa	TUI Cruises GmbH	TUIC
World Traveller	WorldTr	Mystic Invest Holding via Mystic Cruises USA	MysInvHvMYsCr	Nicko Cruises, Atlas Ocean Voyages	NicCrAtlOv
MS Europa	MSEu	TUI AG (via TUI Cruises GmbH)	HPLICR	Hapag-Lloyd Cruises	TuiAgTUIC

Table 3. Routes and Route Codes of Tour Packages

Routes	Route Codes	Routes	Route Codes
A lourney of Romantic Turquoise Shores Archaeological	JRTSA	İstanbul- Piraeus-Athens	İstPirAth
Aegean Delights	AegeDel	Kuşadası- Civitavecchia-Rome	KuşCivRom
Alicante-Piraeus-Athens	AlicPirAti	Kuşadası- Santos	KuşSan
Alicante-Santa Cruz de Tenerife	AlicSaCr	Limasol- Santa Cruz de Tenerife	LimSaCr
Antalya-CapeTown	AlicSaCr	Limasol- Southampton	LimSoHa
Antalya-Laem Chabang	AntLaCha	Limasol-Pirayes-Athens	LimPirAth
Antalya-Palma de Mallorca	AntPaMa	Lisbon-Monte Carlo	LisMonCar
Civitavecchia-Rome-Napels	CivRomNap	Mediterrenean	Medi
Civitavecchia-Rome-Piraeus-Athens	CivRomPirAth	Ostliches Mittelmeer ile İstanbul ab Antalya 2	OMİstabAnt 2
Cruise Greece Intensive Patmos, Rhodos-Createn	CGIPRhoG	Ostliches Mittelmeer mit agypten	OMAgy
Cruise Greece Intensive Syros, Patmos Rhodos	CGISPRho	Ostliches Mittelmeer mit agypten Istanbul	OMAgyİst
Cruise Greece Intensive Syros, Patmos Santorini	CGISPS	Ostliches Mittelmeer mit Istanbul agypten	OMİstAgy
Cruise Greece Intensive Volos, Mikonos Santorini	CGIVMSan	Ostliches Mittelmeer Mit Rhodos - AbBis Heraklion	OMRhoAbH era
Greece and Turkey Turkish Delight Cruise and Land Tour	GTtdlt	Palma de Mallorca-Antalya	PaMaAnt
Griechische Inseln und İstanbul Intensiv- AbBis Heraklion	GİİAbHEra	Piraeus-Athens-Monte Carlo	PirAthMonC ar
Heraklion-Piraeus-Athens	HeraPirAth	Southampton-Piraeus-Athens	SoHaPirAth
Heraklion-Santa Cruz de Tenerife	HeraSaC	Valletta- Piraeus-Athens	ValPirAth
Heraklion-Southampton	HeraSoHa	Valletta-Santa Cruz de Tenerife	ValSanCr
Inselperlen Des Mittelmeers - AbBis Heraklion	IMAbHera	Valletta-Southampton	ValSoHa
Inselperlen Des Mittelmeers Mit Athen - AbBis Heraklion	IMAthİstAbH	Vielfalt Des Ostlichen Mittelmeers - AbBis Heraklion	VOMAbHera
Inselperlen Des Mittelmeers Mit Athen Und İstanbul - AbBis Heraklion	IMAthİstAAa		

Table 3 presents the tour packages scheduled to call at Marmaris Cruise Port, along with their corresponding codes. In figure 4, It is observed that the tour packages on sale by Ship Owners& Cruise Lines are 123 in 2026 and 90 in 2027. MSC Divina offers 161 tour packages, whereas Fred Olsen Balmoral has 12 tour packages and AID Astella has 10 tour packages.

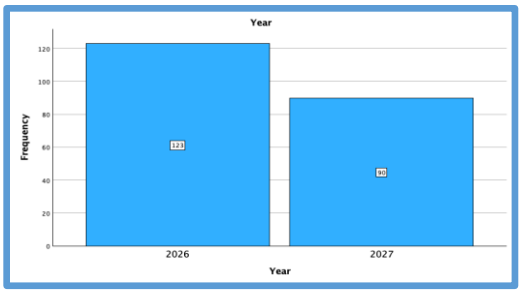


Figure 4. Number of Travel Tours-Packages. Offered by Shipowner Cruise Line Operators

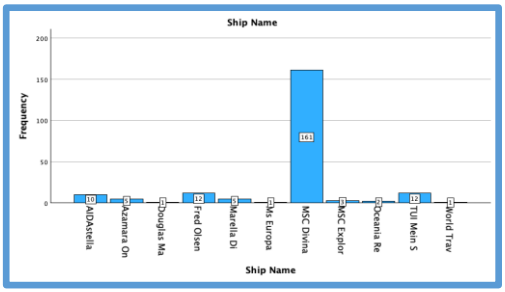


Figure 5. Number of Tours Packages offered Ships Calling at Marmaris Port

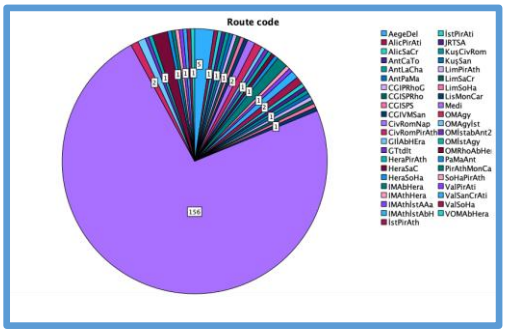


Figure 6. Tour-Packages Routes Calling at Marmaris Cruise Port

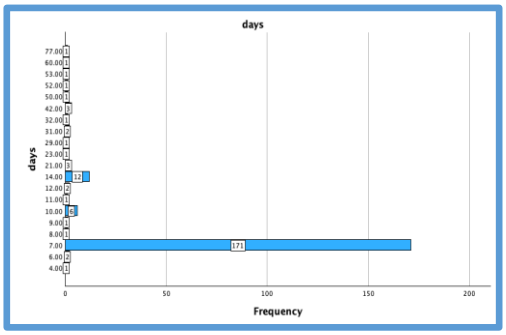


Figure 7. Number of Tours-Packaged Offered for Sale by Time Basis.

Among the analyzed tour packages, *Mediterranean with 156 – Aegean Delight 5* emerges as the most frequently marketed itinerary. In figure 7, it was determined that the package tour durations were 4,6,7,8,9,10, 11,12, 14,23,29,31,32,42,50,52,53,60, and 77 days.

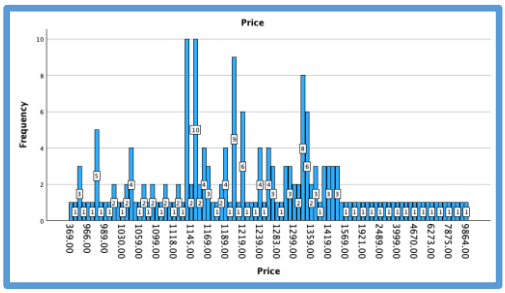


Figure 8. Cruise Tour Package Price.

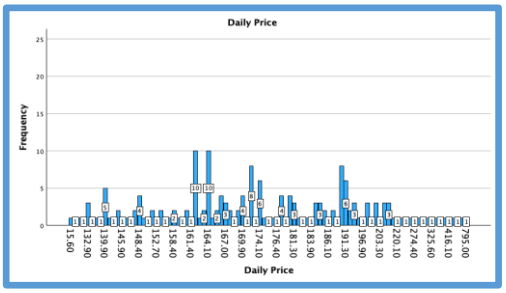


Figure 9. Cruise Tour Package Price (Daily)

Figure 8 illustrates the distribution of tour prices, which range from a minimum of USD 369 to a maximum of USD 9,864. Tour price with a general assessment is obtained by having total tour package price divided by the total time/day of the tour package. Thus, it is seen that the tour prices per day are varying from Usd 15.60 to Usd 795 dependent on the time spent on the voyage.

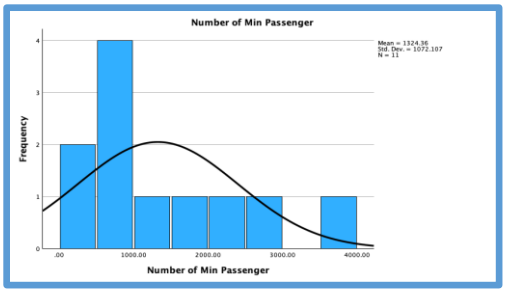


Figure 10. Minimum Passenger Capacity Arriving at Marmaris Port

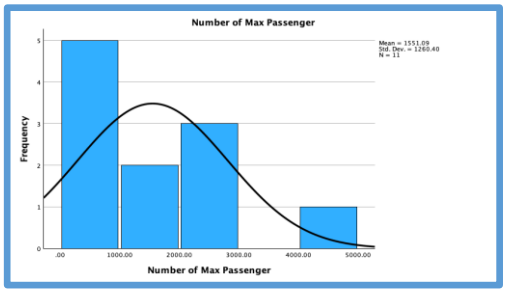


Figure 11. Minimum Passenger Capacity of Ships Arriving at Marmaris Port

When the ship characteristics arriving at Marmaris Port are examined, the average minimum passenger capacity is indicated in figure 10 and is observed as 1324.26. In figure 11, the average maximum passenger capacity is given as 1551.09 by applying the same method.

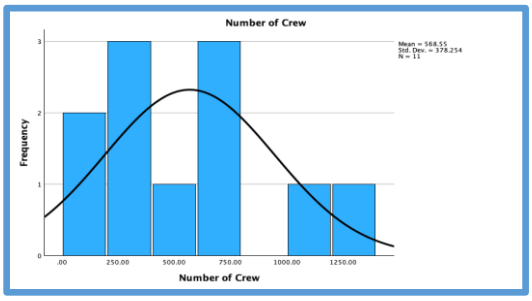


Figure 12 Average Crew Capacity of Ships Arriving at Marmaris Port

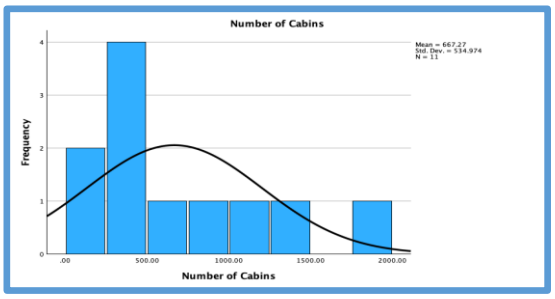


Figure 13. Average Cabin Capacity of Ships Arriving at Marmaris Port

In figure 12, the average cabin number of the arriving ships is seen as 568.55.

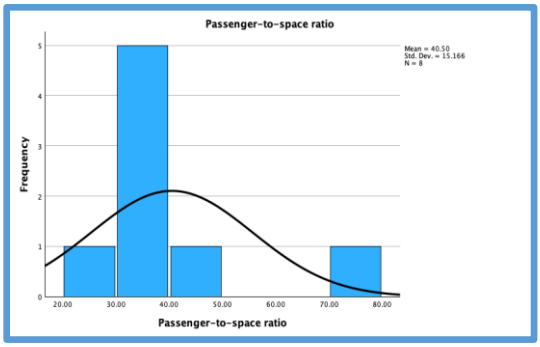


Figure 14. Passenger-to-space ratio of Ships Arriving at Marmaris Port

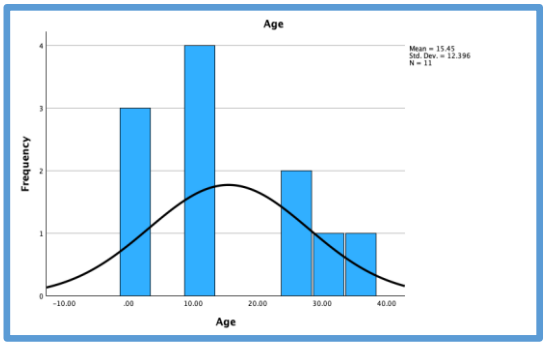


Figure 15. Average Age of Ships Arriving at Marmaris Port

The passenger to space ratio of ships is shown in figure 14 and is seen as 40.50. The average age of the ships is shown in figure 15 and is seen as 15.45.

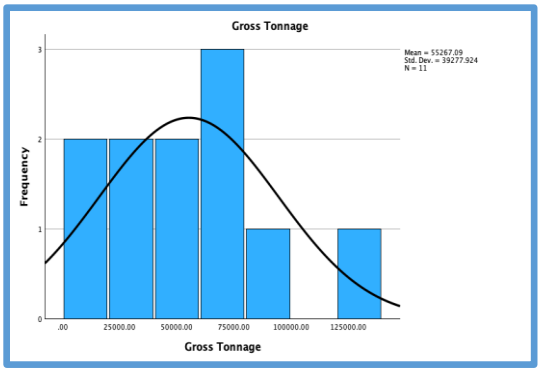


Figure 16. Gross Tonnage of Ships Arriving at Marmaris Port

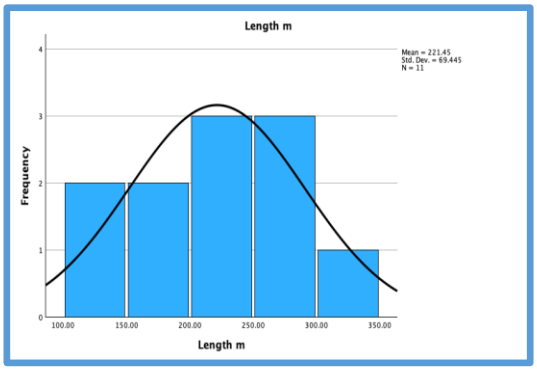


Figure 17. Average Length of Sh Arriving at Marmaris Port

In figure 16, the gross tonnage is shown, The average Gross Tonnage of ships arriving at Marmaris port is observed as 55,267,09. In figure 17, Accordingly, it is seen that the average length of the ships is 221.45 meters.

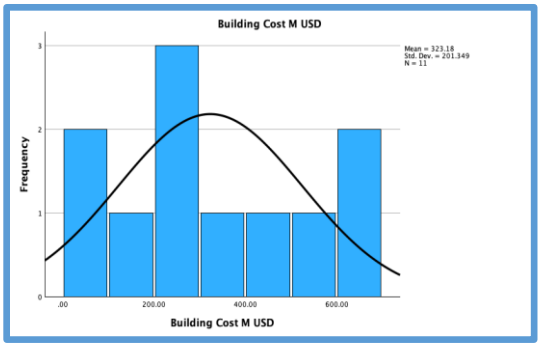


Figure 18. Building Cost of Ships

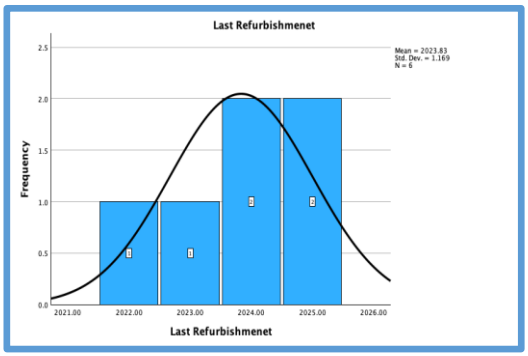


Figure 19. Last Refurbishment of Ships

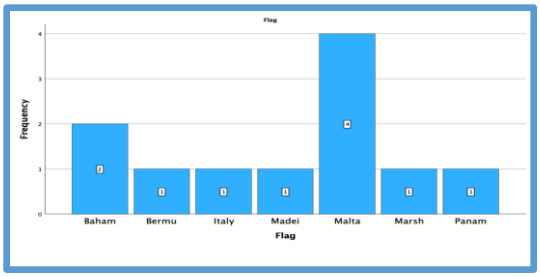


Figure 20. Flags of Ships

In figure 18, it is understood that the approximate reconstruction cost of the ships is 323.18 million dollars according to the data obtained for the existing 11 ships. In figure 19, it has been determined that 6 out of 11 ships have refurbishment and the average maintenance and refurbishment year is observed as 2023. The flag countries of the ships are shown in Figure 20. Accordingly, it is observed that 4 ships have the Malta flag,

4. Conclusion

The analysis indicates that a total of 11 cruise ships are scheduled to call at Marmaris Cruise Port, corresponding to the presence of 11 cruise lines that have incorporated the port into their

itineraries. In this context, 213 tour packages associated with Marmaris Cruise Port have been offered for sale. An examination of these itineraries reveals that 156 tour packages are classified as Mediterranean cruises, predominantly following routes that include major ports such as Civitavecchia (Rome), Piraeus (Athens), Monte Carlo, Southampton, Lisbon, and Palma de Mallorca. In addition to these core routes, several itineraries extend into the Eastern Mediterranean, incorporating destinations in Egypt.

The findings of the study provide a systematic and comprehensive assessment of Marmaris Cruise Port in terms of cruise traffic dynamics, market structure, and tourism development potential. A longitudinal analysis of ship calls and passenger volumes covering the period from 2011 to 2025 reveals a noticeable contraction in cruise activity during certain periods, particularly following major global disruptions such as the COVID-19 pandemic. However, the most recent data indicate a gradual recovery in both ship calls and passenger numbers, suggesting a renewed integration of Marmaris Cruise Port within the regional cruise network.

The second phase of the analysis demonstrates that Marmaris Cruise Port remains an active component of regional cruise itineraries. The relatively high frequency of port calls by specific vessels—most notably MSC Divina—together with the presence of 11 shipowners and 11 cruise operators, points to a market structure characterized by both diversification and operational concentration. This indicates that although multiple stakeholders are involved, cruise traffic is largely dominated by a limited number of major operators.

Further analysis of tour package pricing supports this observation, revealing a wide price range from USD 369 to USD 9,864. This substantial variation highlights the port's ability to cater to diverse market segments, ranging from mass-market cruise passengers to high-end and luxury tourists. Such pricing flexibility enhances the competitive positioning of Marmaris Cruise Port within the Eastern Mediterranean cruise tourism market.

In conclusion, the results suggest that Marmaris Cruise Port possesses significant tourism potential, supported by its strategic geographic location, close proximity to the city center, and inclusion in prominent Aegean and Mediterranean cruise routes. Provided that this potential is reinforced through effective destination management, targeted infrastructure investments, and the implementation of sustainable tourism policies, Marmaris Cruise Port is likely to strengthen its role in regional cruise tourism and generate positive economic spillover effects for the local economy in the medium to long term.

REFERENCES

Alkan, G., Koraltürk, G., Eroğlu Pektaş, G., & Kahraman, C. (2015). Evaluation of Istanbul Port in Cruise Tourism in Terms of Brand Value. *International Journal of Operations and Logistics Management, 4*(4), pp. 276-285.
Aras, S. (2022). A bibliometric analysis of cruise tourism research in Türkiye. Journal of Tourism Research, 34(2), 145–162.
Buades, J. (2015). On Brussels' watch: Cruise tourism in Europe. Alba Sud Editorial.
Carić, H., & Mackelworth, P. (2014). Cruise tourism environmental impacts: The perspective from the Adriatic Sea. Ocean & Coastal Management, 102, 350–363. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.09.008
Chowdhury, M. A., & Islam, M. S. (2021). Economic potential of cruise tourism in emerging destinations: Evidence from Bangladesh. Tourism Review International, 25(2), 145–159.
Chu, K. H., & Tung, V. W. S. (2023). Sustainability in cruise tourism: A systematic literature review. Journal of Sustainable Tourism, 31(4), 745–764. https://doi.org/10.1080/09669582.2022.2060754
Davenport, J., & Davenport, J. L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments. Environmental Conservation, 33(1), 1–13. https://doi.org/10.1017/S037689290600274X
Dehoorne, O., Tatar, C., & Theng, S. (2014). Cruise tourism and globalization. Tourism Geographies, 16(4), 547–564. https://doi.org/10.1080/14616688.2014.925963
Doğan, H. Z. (2011). Employment effects of cruise tourism. Tourism Management Perspectives, 1, 23–29.
Elliott, S., & Choi, H. C. (2011). Motivation, satisfaction, and loyalty of cruise passengers. Tourism Management, 32(2), 315–323. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.02.002
Hunter, C., Martin, L., & Nash, R. (2015). Sustainable tourism and community engagement. Journal of Sustainable Tourism, 23(1), 36–55. https://doi.org/10.1080/09669582.2014.943146
Lloret, J., Carreño, A., Carić, H., & San, J. (2021). Environmental impacts of cruise tourism. Marine Pollution Bulletin, 170, 112642. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112642
McCaughey, R., Mao, I., & Dowling, R. (2018). Residents' perceptions of cruise tourism development. Tourism Planning & Development, 15(4), 401–417. https://doi.org/10.1080/21568316.2017.1391889
Papathanassis, A. (2017). Cruise tourism management. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62331-0
Pino, G., & Peluso, A. M. (2018). Sustainable governance of cruise destinations. Tourism Management Perspectives, 25, 173–181. https://doi.org/10.1016/j.tmp.2017.11.005
Polykalas, S., Sgora, A., & Konidaris, T. (2024). Passenger satisfaction and economic impacts of cruise tourism. Maritime Policy & Management, 51(2), 210–226. https://doi.org/10.1080/03088839.2023.2264189
Sanz-Blas, S., Buzova, D., & Carvajal-Trujillo, E. (2019). Cruise passengers' experiences and behavioral intentions. Tourism Management, 71, 130–141. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.009
Satta, G., Parola, F., Penco, L., & Persico, L. (2015). Word-of-mouth and customer satisfaction in cruise tourism. International Journal of Hospitality Management, 47, 50–59. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2015.03.001
Tseng, P. H., & Yip, T. L. (2021). Port competitiveness and cruise tourism development. Transport Policy, 99, 101–113. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.10.013

e) Web Page:

Cruise Line Interanational Association (CLIA) 2021, Global Passenger Report 2020). Accessed Date: 17.02.2025, : https://cruising.org/en-gb/news-and-research/research/2021/june/clia-global-passenger-report-2020 is retrieved.
*Cruise Line Interanational Association (CLIA) 2023 Global Passenger Report (2023).*Accessed Date: 17.02.2025, https://cruising.org/en-gb/news-and-research/research/2024/april/2023-global-passenger-report is retrieved.

Cruise Line Interanational Association (CLIA). *State of the Cruise Industry Report* (2024). Accessed Date: 11.10.2025, https://cruising.org/-/media/clia-media/research/2.024/2024-state-of-the-cruise-industry-report_041424_web.ashx is retrieved.
Cruisemapper (2025). Cruiselines, Accessed Date: 12.10.2025 ,https://www.cruisemapper.com/cruise-lines is retrieved.
Cruisemapper (2025) Ships Details,Accessed Date: 11.10.2025 ,https://www.cruisemapper.com/ships is retrieved.
Cruiseinturkey (2025). Akdeniz Gemi Turları, Accessed Date: 01.11.2025, https://www.cruisesinturkey.com/destinasyonlar/akdeniz-gemi-turlari.html is retrieved.
Marmaris Cruise Port. (2025). *Port specification*. Marmaris Cruise Port.
Accessed Date: 10.12 **2025**, https://www.marmariscruiseport.com/marmaris_data.php
Ulaştırma Bakanlığı (2025), *Denizcilik İstatistikleri Kruvaziyer İstatistikleri*,Accessed Date: 15.02.2025,https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/kruvaziyer-istatistikleri is retrieved.

DÜŞÜK MALİYETLİ IOT DESTEKLİ ELEKTROLİT PH ÖLÇÜM SİSTEMİ TASARIMI VE YAPIMI

Fatmanur TÜRKMEN
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0009-0005-8863-6461
Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Elektrolit çözeltilerin pH değerinin doğru belirlenmesi birçok alanda kritik öneme sahiptir. pH seviyesindeki küçük değişimlerin bile çözeltinin kimyasal yapısını etkileyebilmesi, ölçümlerin hassas ve güvenilir yöntemlerle yapılmasını zorunlu kılar. Bu ölçümlerde yaygın şekilde kullanılan cam elektrotlu pH probları yüksek duyarlılığa sahip olmalarına rağmen, milivolt seviyesinde ve yüksek empedanslı bir sinyal üretir. Bu nedenle probdan alınan sinyal, mikrodenetleyiciler tarafından doğrudan ölçülemeyecek kadar zayıftır ve kararlı bir gerilim aralığına dönüştürülmesi için ara bir devreye ihtiyaç duyar. Bu çalışma, elektrolit çözeltilerinin pH ölçümünü gerçekleştiren bir sistemin oluşturulmasına odaklanmakta ve sistemin bir parçası olan ticari pH sensör modülünün devre yapısını da ayrıntılı biçimde incelemektedir. Modülün devre bloklarının sinyali nasıl işlediği, probdan gelen düşük seviyeli gerilimin hangi aşamalardan geçirilerek mikrodenetleyiciye uygun hâle getirildiği hem teorik analizler hem de deneysel çalışmalarla değerlendirilmiştir. Yapılan analizler, probun ±414 mV civarındaki sinyalinin modül tarafından yaklaşık 0.18–4.78 V aralığına taşındığını ve dönüşümün geniş pH aralığında doğrusal bir davranış sergilediğini göstermiştir. Sinyal süreci devre simülasyonlarıyla modellenmiş, sonuçlar laboratuvar ölçümleriyle doğrulanmıştır. Sistemde modül çıkışından alınan analog sinyal ESP32'nin dahili ADC birimiyle sayısallaştırılmış ve kablosuz iletişimle IoT tabanlı platforma aktarılmıştır. Böylece pH değerleri gerçek zamanlı izlenmiş, kaydedilmiştir. Farklı çözeltilerle yapılan deneyler, sistemin kararlı çalıştığını göstermektedir. Daha sonra IoT entegrasyonunun yapılmasının sisteme esneklik katacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile düşük maliyetli, taşınabilir ve güvenilir bir pH ölçüm sisteminin elde edildiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: pH ölçümü, elektrolit, sensör modülü, sinyal işlemesi, ESP32, IoT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LOW COST IOT ENABLED ELECTROLYTE PH MEASUREMENT SYSTEM

ABSTRACT

Accurate determination of the pH value of electrolyte solutions is of critical importance in many fields. The fact that even small changes in pH levels can affect the chemical structure of a solution necessitates the use of sensitive and reliable measurement methods. Although glass-electrode-based pH probes, which are widely used in such measurements, exhibit high sensitivity, they generate a millivolt-level signal with very high impedance. Therefore, the signal obtained from the probe is too weak to be measured directly by microcontrollers and requires an intermediate circuit to convert it into a stable voltage range. This study focuses on the development of a system for measuring the pH of electrolyte solutions and provides a detailed examination of the circuit structure of the commercial pH sensor module that constitutes a part of the system. The manner in which the circuit blocks of the module process the signal and the stages through which the low-level voltage obtained from the probe is conditioned to become suitable for microcontroller input were evaluated through both theoretical analyses and experimental studies. The analyses indicate that the approximately ±414 mV signal produced by the probe is shifted by the module to a voltage range of about 0.18–4.78 V and that this conversion exhibits linear behavior over a wide pH range. The signal processing path was modeled using circuit simulations, and the results were validated through laboratory measurements. In the system, the analog signal obtained from the module output was digitized using the built-in ADC unit of the ESP32 microcontroller and transmitted to an IoT-based platform via wireless communication. As a result, pH values were monitored and recorded in real time. Experiments conducted with different solutions demonstrate that the system operates in a stable manner. It is considered that the implementation of IoT integration in subsequent stages will add further flexibility to the system. Overall, this study demonstrates the development of a low-cost, portable, and reliable pH measurement system.

Keywords: pH measurement, electrolyte, sensor module, signal processing, ESP32, IoT

1. GİRİŞ

pH, bir çözeltideki hidrojen iyonu aktivitesinin logaritmik ölçüsü olup kimya, çevre mühendisliği, biyoteknoloji, gıda endüstrisi ve endüstriyel proses kontrolü gibi birçok alanda kritik bir parametre olarak kullanılmaktadır (Skoog et al., 2018). Elektrolit çözeltilerde pH değerinde meydana gelen küçük değişimler dahi reaksiyon hızlarını, denge konumlarını, korozyon süreçlerini ve biyolojik etkinlikleri doğrudan etkileyebilmektedir (Robinson &

Stokes, 2002). Bu nedenle pH ölçümlerinin doğru, kararlı ve güvenilir yöntemlerle gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Geleneksel pH ölçüm sistemleri çoğunlukla masaüstü pH metreler aracılığıyla, kullanıcı tarafından gerçekleştirilen tekil ölçümlere dayanmaktadır (Rhoades, 1996). Bu tür sistemler yüksek doğruluk sunsa da, sürekli izleme, uzaktan erişim ve ölçüm verilerinin uzun süreli olarak saklanması gibi modern gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Son yıllarda Nesnelerin İnterneti (IoT) yaklaşımının yaygınlaşmasıyla birlikte, ölçüm sistemlerinin internete bağlı, gerçek zamanlı ve uzaktan izlenebilir hâle getirilmesi mümkün olmuştur (Da Xu et al., 2014; Razzaque et al., 2016). Bu sayede proseslerin çevrim içi takibi, ölçüm verilerinin bulut tabanlı platformlarda depolanması ve ileri veri analizi uygulamaları gerçekleştirilebilmektedir. pH ölçümünde en yaygın kullanılan algılayıcılar, cam elektrot esaslı pH problarıdır (Skoog et al., 2018). Bu problar, çözeltinin pH değerine bağlı olarak Nernst denklemiyle tanımlanan bir elektrokimyasal potansiyel üretir. Ancak bu potansiyel genellikle milivolt mertebesinde ve çok yüksek empedanslıdır (Bard & Faulkner, 2000; IUPAC, 1976). Bu nedenle cam elektrottan elde edilen sinyal, mikrodenetleyicilerin analog girişlerine doğrudan uygulanamaz ve mutlaka uygun bir sinyal şartlandırma devresi gerektirir (Bard & Faulkner, 2000; Atlas Scientific, 2023). Literatürde, pH problarının mikrodenetleyici tabanlı sistemlerle entegrasyonuna yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Arduino ve ESP32 tabanlı pH ölçüm sistemleri geliştirilmiş; ölçüm sonuçlarının IoT platformları üzerinden uzaktan izlenmesi sağlanmıştır (CircuitLab, 2025; Cirkit Designer, 2025a; Cirkit Designer, 2025b; How2Electronics, 2025; Electronic Clinic, 2025). Ancak bu çalışmaların büyük bir kısmında pH sensör modülleri hazır bileşenler olarak kullanılmış, modüllerin iç devre yapıları ve analog davranışları ayrıntılı biçimde incelenmemiştir. Bu durum, ölçüm doğruluğunun sınırları ve sistemin fiziksel çalışma prensipleri açısından önemli bir eksiklik oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, cam elektrot pH probunu sürmek üzere kullanılan ticari bir pH sensör modülü yalnızca uygulama düzeyinde kullanılmakla kalmayıp, devre seviyesinde ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Sensör modülünde yer alan op-amp tabanlı iki kademeli yükselteç yapısının kazanç ve ofset karakteristikleri teorik olarak çıkarılmış; elde edilen transfer fonksiyonu simülasyon ve deneysel ölçümlerle doğrulanmıştır. Ardından bu modülün, ESP32 mikrodenetleyicisi ile entegre edilerek pH verilerinin IoT platformlarına aktarılması planlanmaktadır. Çalışmanın özgün yönü; hazır bir pH sensör modülünün devresel analizinin gerçekleştirilmesi ve bu modülün IoT tabanlı bir ölçüm mimarisi içerisinde kullanılmasının hedeflenmesidir.

2. YÖNTEM

2.1. Kuramsal Temel

2.1.1. pH Kavramı ve Cam Elektrotların Çalışma Prensibi

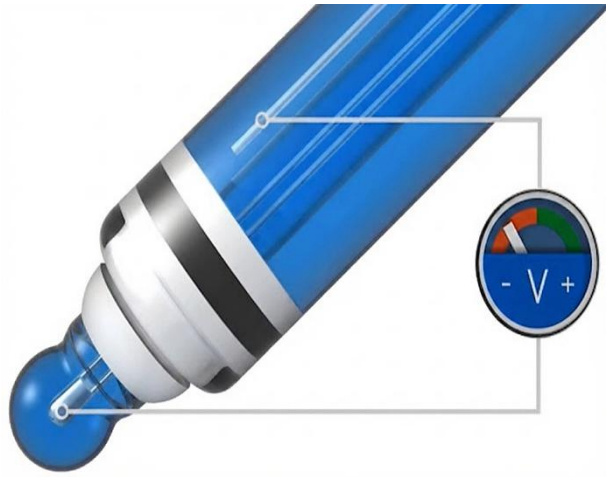
pH kavramı, ilk kez Sørensen tarafından tanımlanmış olup, hidrojen iyonu aktivitesinin on tabanına göre negatif logaritması şeklinde ifade edilir (Skoog et al., 2018):

$$pH = -\log_{10}(a_{H^+})$$

Cam elektrot esaslı pH sensörleri; H^+ iyonlarına duyarlı ince bir cam membran, iç elektrot ve sabit potansiyel sağlayan bir referans elektrottan oluşur (Skoog et al., 2018; Bard & Faulkner, 2000).



Şekil 1. Cam Elektrotlu pH Probu



Şekil 2. Cam Membranda Potansiyel Fark

Ölçüm yapılan çözeltinin pH değeri değiştikçe, cam membranın iç ve dış yüzeyleri arasında Nernst denklemiyle tanımlanan bir potansiyel farkı oluşur (IUPAC, 1976):

$$E = E^\circ - \frac{2.303RT}{nF}\, pH$$

Burada E°elektrot standart potansiyelini, R gaz sabitini, T mutlak sıcaklığı, F Faraday sabitini ve n iyon değerliğini ifade etmektedir. 25 °C sıcaklıkta pH değerindeki bir birimlik değişim yaklaşık 59.16 mV'luk potansiyel değişimine karşılık gelmektedir (IUPAC, 1976).

Pratikte cam elektrot pH probları, pH 0–14 aralığında yaklaşık −414 mV (pH 14) ile +414 mV (pH 0) arasında bir çıkış gerilimi üretmektedir (Atlas Scientific, 2023). Bu sinyal, hem düşük genlikli hem de 10^7–10^9 Ω mertebesinde çok yüksek empedanslıdır (Bard & Faulkner, 2000; Atlas Scientific, 2023). Dolayısıyla bu sinyalin doğrudan mikrodenetleyici ADC girişlerine uygulanması mümkün değildir ve uygun bir sinyal şartlandırma devresi gereklidir.

2.2. Sistem Tasarımı

Geliştirilen sistem üç ana katmandan oluşmaktadır:

2.2.1. Analog Ön Uç (pH Probu + pH Sensör Modülü)

Cam elektrot pH probu, ölçüm yapılacak elektrolit çözeltisine daldırıldığında ±414 mV aralığında bir analog sinyal üretmektedir. Bu sinyal, pH sensör modülünde yer alan iki kademeli yükselteç yapısı tarafından yükseltilmekte ve uygun bir DC ofset uygulanarak yaklaşık 0.18–4.78 V aralığında değişen, pH değeriyle lineer ilişkili bir çıkış gerilimine dönüştürülmektedir.

2.2.2. Sayısallaştırma Katmanı (ESP32)

pH sensör modülünün analog çıkışı ESP32 mikrodenetleyicisinin ADC girişine uygulanmaktadır. ESP32, ölçülen gerilim değerlerini kalibrasyon katsayıları yardımıyla pH birimine dönüştürmekte ve anlık pH değerini hesaplamaktadır.

2.2.3. IoT Katmanı (ESP32 + Platform)

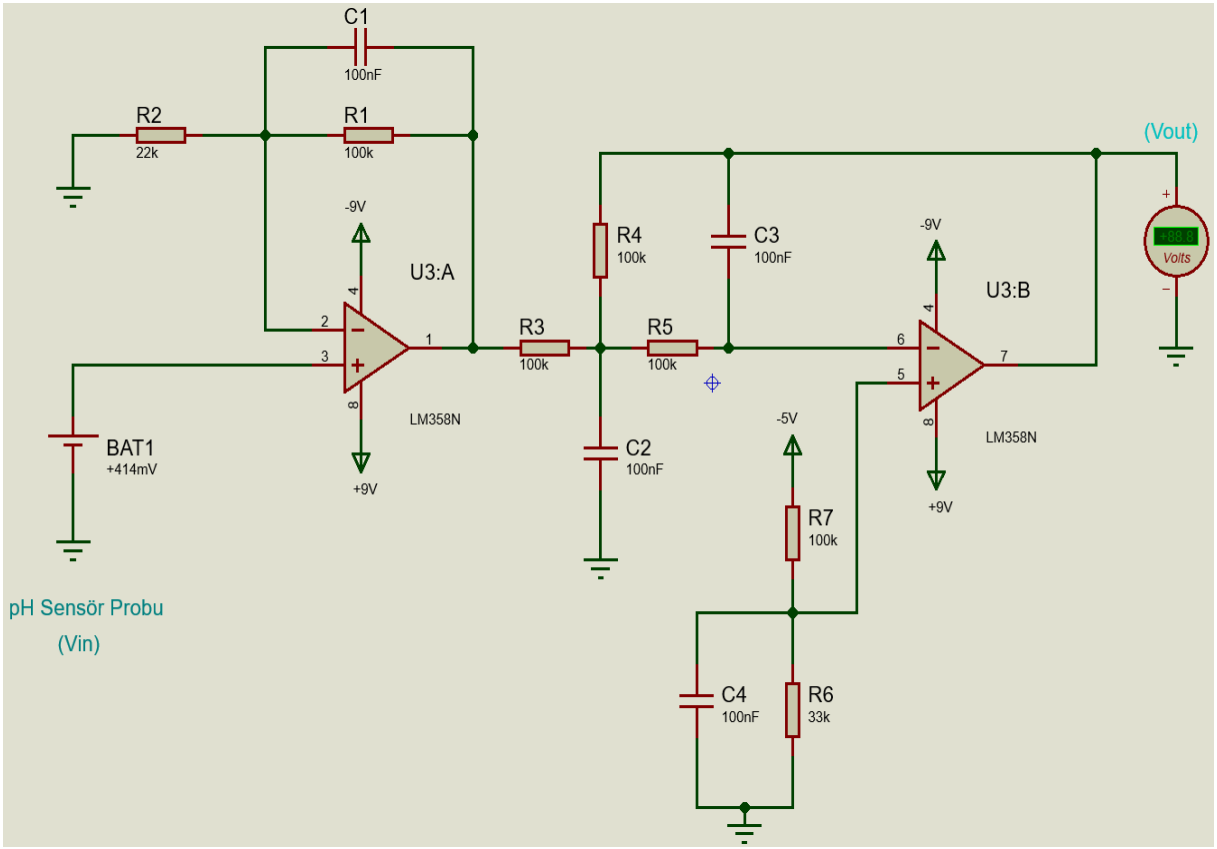
ESP32, dahili Wi-Fi modülü aracılığıyla internete bağlanarak hesaplanan pH değerlerini belirlenen aralıklarla IoT platformuna iletmektedir. Bu sayede pH verileri gerçek zamanlı olarak uzaktan izlenebilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir.

2.3. pH Sensör Modülü Devre Analizi

2.3.1. Devre Yapısının Genel Tanımı



Şekil 3. pH Sensör Modülü



Şekil 4. pH Sensör Modülü Devresi

Analiz edilen pH sensör modülü, LM358 çift op-amp entegresi kullanılarak oluşturulmuş iki kademeli bir yükselteç yapısına sahiptir (Texas Instruments, 2023). Devre; evirmeyen birinci kademe yükselteç, eviren ikinci kademe yükselteç, DC ofset devresi ve gürültü bastırma amaçlı pasif elemanlardan oluşmaktadır. Bu yapı ile amaçlanan, pH probundan elde edilen düşük seviyeli sinyalin tek beslemeli (0–5 V) sistemler için uygun hâle getirilmesidir.

2.3.2. Birinci Kademe: Evirmeyen Yükselteç

Birinci kademede LM358'in ilk op-amp'ı evirmeyen yükselteç konfigürasyonunda çalıştırılmıştır (Bard & Faulkner, 2000; Texas Instruments, 2023). Geri besleme dirençleri R_1 = 100 kΩ ve R_2 = 22 kΩ olup, kazanç:

$$A_{v1} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \approx 5.545$$

olarak elde edilmektedir. Böylece ±414 mV aralığındaki giriş sinyali yaklaşık ±2.3 V seviyesine yükseltilmektedir.

2.3.3. İkinci Kademe: Eviren Yükselteç ve DC Ofset

İkinci kademede LM358'in diğer op-amp'ı eviren yükselteç olarak yapılandırılmıştır. R_3 = R_5 = 100 kΩ seçilerek kazanç −1 olarak ayarlanmıştır. Evirmeyen girişe uygulanan yaklaşık 2.48

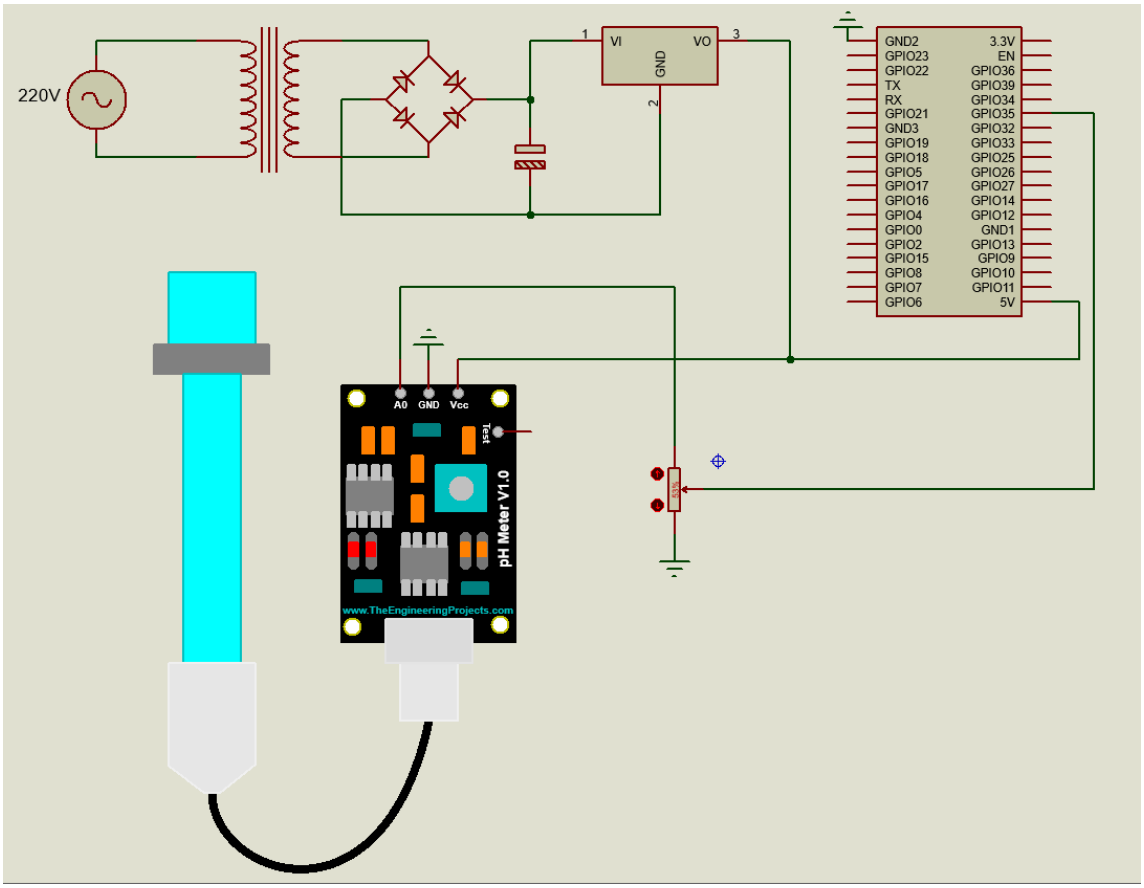
V'luk referans gerilimi sayesinde çıkış sinyali 0–5 V aralığına kaydırılmaktadır (Texas Instruments, 2023).

Tüm sistem için elde edilen transfer fonksiyonu:

$$V_{out} = 2.48 - 5.545 \cdot V_{in}$$

şeklindedir. Bu fonksiyon sonucunda pH 0–14 aralığında çıkış geriliminin yaklaşık 0.18–4.78 V arasında değiştiği görülmektedir.

2.4. ESP32–pH Modülü Entegrasyonu



Şekil 5. ESP32–pH Modülü Devresi

Uygulamada, pH sensör modülü ve ESP32 mikrodenetleyicisinin beslemesi için gerekli olan gerilim, hazır bir adaptör kullanılmaksızın tasarlanan bir güç kaynağı devresi aracılığıyla sağlanmıştır. Şebeke gerilimi, düşürücü bir trafo yardımıyla güvenli bir seviyeye indirilmiş; doğrultma ve filtreleme işlemlerinin ardından 7805 lineer regülatörü kullanılarak kararlı 5 V DC gerilim elde edilmiştir. Elde edilen bu 5 V besleme hattı, pH sensör modülü ve ESP32 mikrodenetleyicisinin beslenmesinde ortak olarak kullanılmıştır.

pH sensör modülünün analog çıkış geriliminin, ölçüm aralığı boyunca 3.3 V seviyesinin üzerine çıkabilmesi ve ESP32 mikrodenetleyicisinin ADC girişlerinin maksimum 3.3 V ile sınırlı olması nedeniyle, sensör çıkışı doğrudan ADC girişine uygulanmamıştır. Bu nedenle sensör

modülü çıkışı ile ESP32 ADC girişi arasına, potansiyometre kullanılarak ayarlanabilir bir gerilim bölücü devre yerleştirilmiştir. Böylece sensör modülünden elde edilen analog sinyal, ESP32 ADC girişine zarar vermeyecek seviyelere ölçeklenmiştir.

Ölçeklenen analog sinyal, ESP32'nin dahili ADC birimi tarafından sayısallaştırılmış; yazılım tarafında uygulanan kalibrasyon katsayıları kullanılarak ölçülen gerilim değerlerinden karşılık gelen pH değeri hesaplanmıştır.

2.5. ESP32–IoT Entegrasyonu

ESP32 mikrodenetleyicisi, dahili Wi-Fi birimi ve yüksek işlem kapasitesi sayesinde IoT tabanlı ölçüm sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Espressif Systems, 2023). Bu çalışma kapsamında, ESP32 üzerinde çalışan gömülü yazılım geliştirilmiş; ADC'den alınan analog örnekler işlenerek pH değeri hesaplanmıştır. Kalibrasyon sürecinde belirlenen katsayılar yazılım içinde saklanmış olup, gerektiğinde güncellenebilecek şekilde yapılandırılmıştır.

Geliştirilen sistemin IoT altyapısının oluşturulması kapsamında, ESP32'nin Blynk ve ThingSpeak gibi IoT platformlarıyla entegre edilmesi planlanmaktadır. Bu entegrasyon sayesinde ölçülen pH verilerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi hedeflenmektedir (Razzaque et al., 2016; How2Electronics, 2025; Electronic Clinic, 2025).

```ino
#include <Arduino.h>
const int PH_PIN = 35;
const float ADC_VREF = 3.30;
const int ADC_MAX = 4095;
const int N = 16;
const float pH_pts[N] = {
  0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7.49,
  8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
};
const float V_pts[N] = {
  4.83, 4.66, 4.49, 4.31, 4.14,
  3.96, 3.79, 3.61, 3.53, 3.44,
  3.27,3.09, 2.92, 2.74, 2.57, 2.40
};
float readVoltageFiltered() {
  int buf[10];
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    buf[i] = analogRead(PH_PIN);
    delay(30);
  }
  for (int i = 0; i < 9; i++) {
    for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
      if (buf[i] > buf[j]) {
        int t = buf[i];
        buf[i] = buf[j];
        buf[j] = t;
      }
    }
  }
  long sum = 0;
  for (int i = 2; i < 8; i++) sum += buf[i];
  float avg = (float)sum / 6.0;
  return (avg * ADC_VREF) / (float)ADC_MAX;
}
float voltageToPH(float v) {
  if (v >= V_pts[0]) return pH_pts[0];
  if (v <= V_pts[N-1]) return pH_pts[N-1];
  for (int i = 0; i < N - 1; i++) {
    float v1 = V_pts[i];
    float v2 = V_pts[i + 1]; // v2 < v1
    if (v <= v1 && v >= v2) {
      float ph1 = pH_pts[i];
      float ph2 = pH_pts[i + 1];
      float t = (v - v1) / (v2 - v1);
      return ph1 + t * (ph2 - ph1);
    }
  }

  return NAN;
}
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  analogReadResolution(12);
  analogSetPinAttenuation(PH_PIN, ADC_11db);

  Serial.println("ESP32 pH olcum basladi...");
}
void loop() {
  float v = readVoltageFiltered();
  float ph = voltageToPH(v);

  Serial.print("Voltage(V): ");
  Serial.print(v, 3);
  Serial.print("   pH: ");
  Serial.println(ph, 2);

  delay(1000);
}
```

Şekil 6. Geliştirilen ESP32 Yazılımı

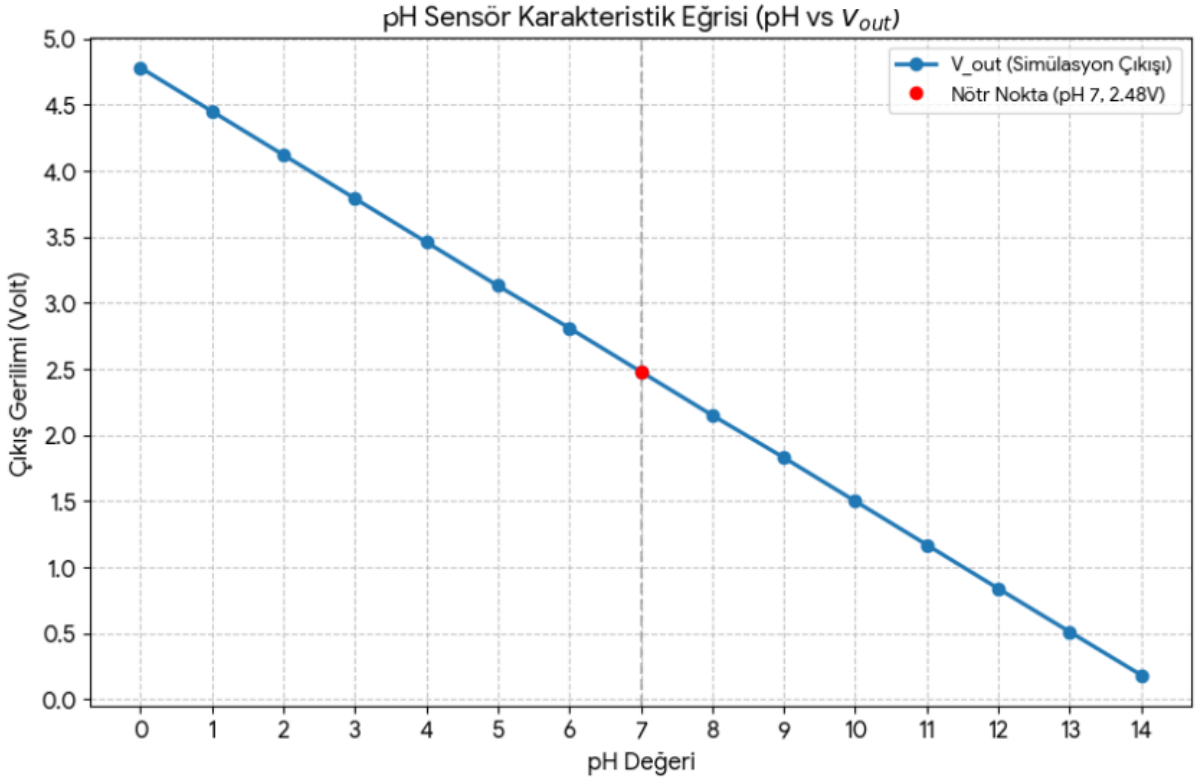
3. BULGULAR

3.1. Simülasyon ve Laboratuvar Çalışmaları

3.1.1. Proteus Simülasyon Sonuçları

pH	Giriş Gerilimi (V_{in})	Simülasyon Çıkış Gerilimi (V_{out})
0	+414 mV	+4.78 V
1	+355 mV	+4.45 V
2	+296 mV	+4.12 V
3	+237 mV	+3.79 V
4	+177 mV	+3.46 V
5	+118 mV	+3.13 V
6	+59 mV	+2.81 V
7	0 V	+2.48 V
8	-59 mV	+2.15 V
9	-118 mV	+1.83 V
10	-177 mV	+1.50 V
11	-237 mV	+1.17 V
12	-296 mV	+839 mV
13	-355 mV	+511 mV
14	-414 mV	+184 mV

Tablo 1. Farklı pH Değerlerine Göre Giriş ve Çıkış Gerilim Değerleri



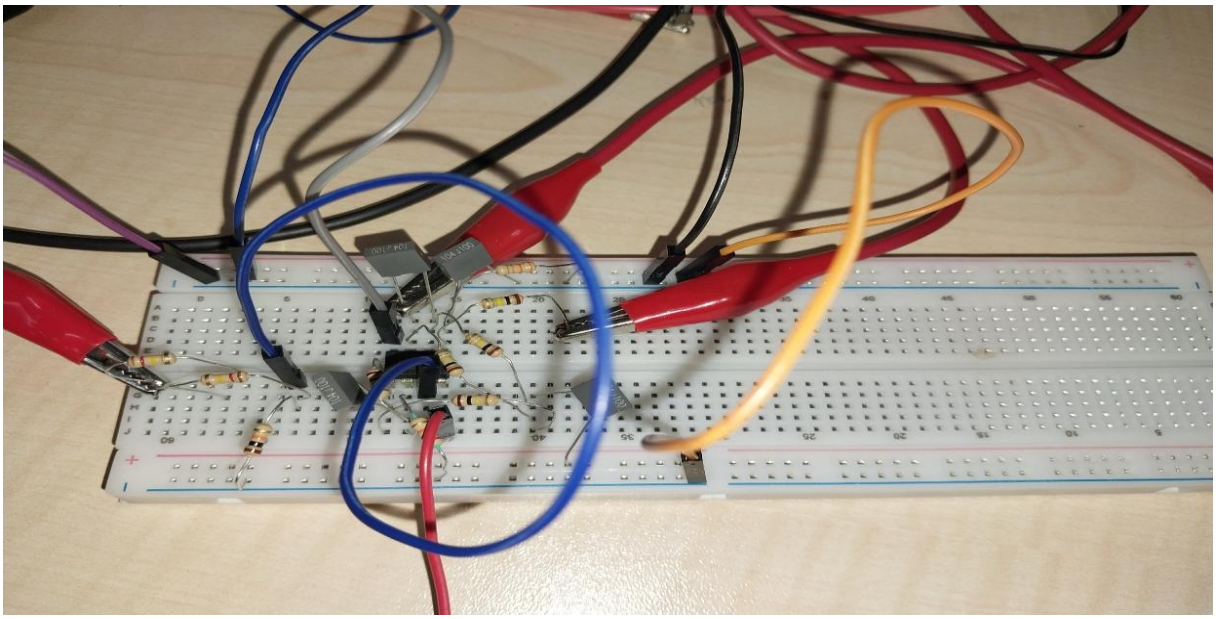
Grafik 1. pH Değerlerine Göre Çıkış Gerilimi

3.1.2. Laboratuvar Uygulaması

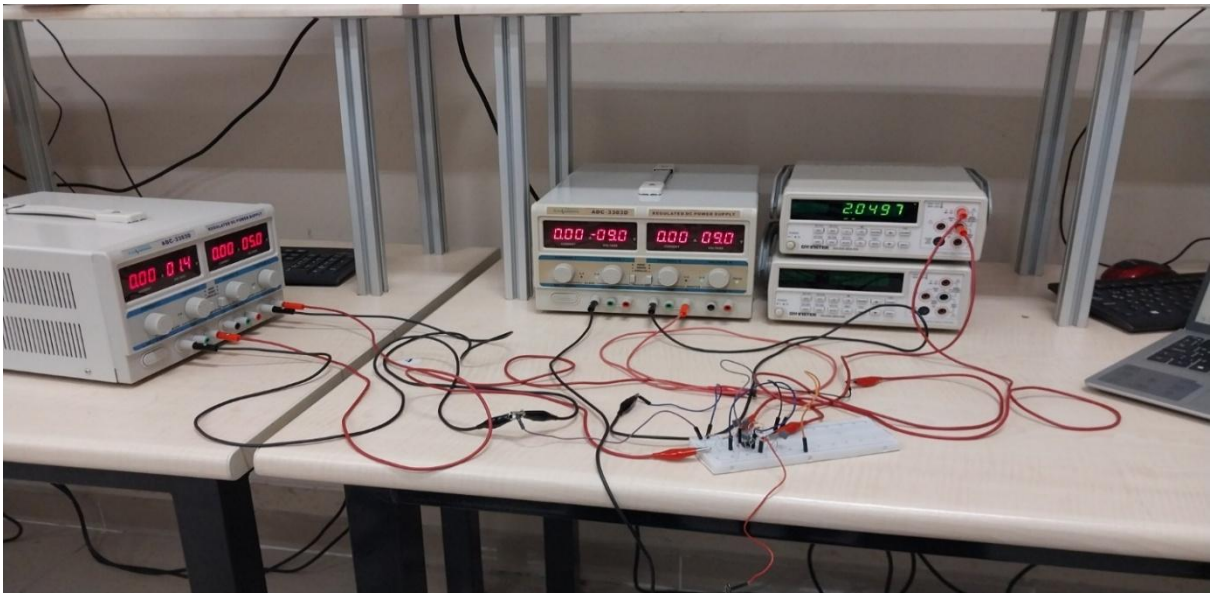
3.1.2.1. Sensör Modülü Devresinin Çıkış Geriliminin İncelenmesi

Gerçek pH elektrodu ile her pH değeri için kararlı milivolt seviyesinde giriş üretmek zahmetli olduğundan, laboratuvarda pH probu yerine fonksiyon jeneratörü ve gerilim bölücü kullanılmıştır (Bard & Faulkner, 2000; Atlas Scientific, 2023).

Fonksiyon jeneratörü ±10 V aralığında sinyal üretecek şekilde ayarlanmıştır. Bu sinyal, R8 = 240 kΩ ve R9 = 10 kΩ'luk bir gerilim bölücüsünden geçirilerek yaklaşık 1/24 oranında düşürülmüş; böylece ±10 V → ±0.414 V aralığı elde edilmiştir. Bu şekilde pH 0–14 aralığına karşılık gelen V_{in} değerleri laboratuvar ortamında kolaylıkla elde edilmiştir.



Şekil 7. Gerilim Bölücülü pH Sensör Modülü Devresi Uygulaması

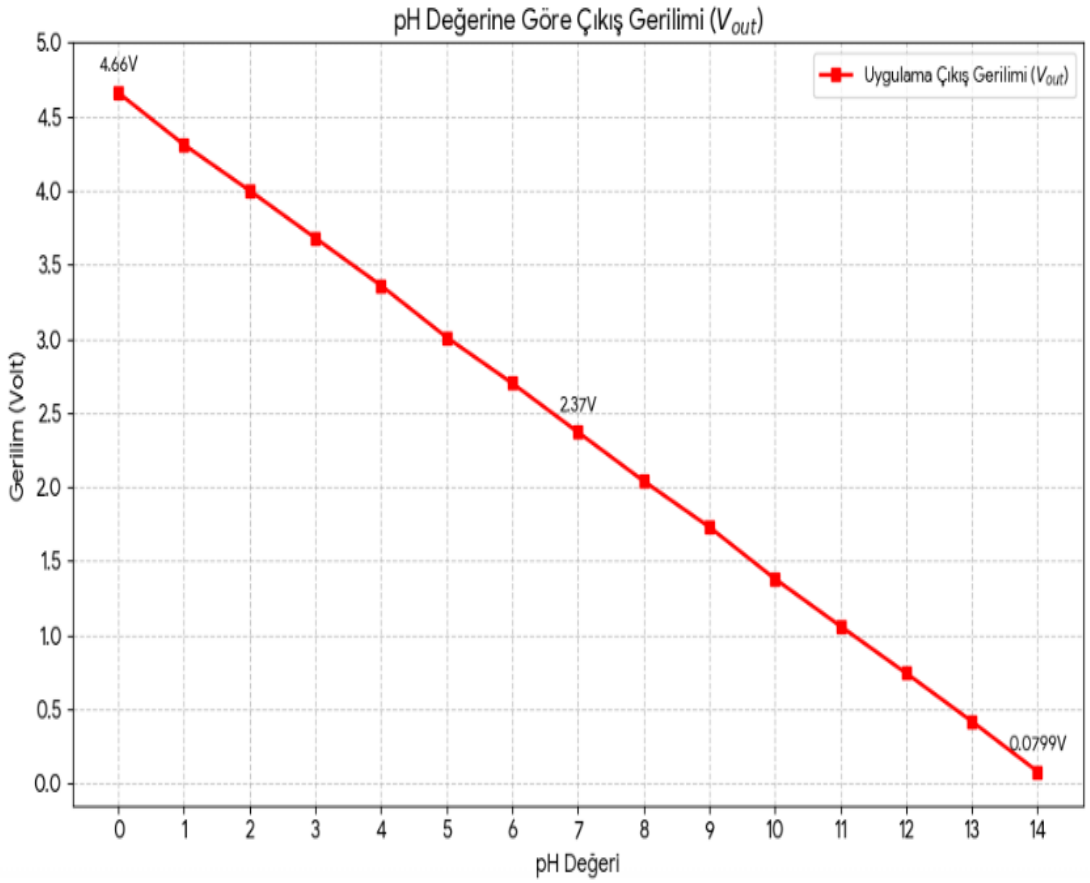


Şekil 8. Gerilim Bölücülü pH Sensör Modülü Devresi Uygulaması Ölçümleri

Tablo 2. Farklı pH Değerlerine Göre Giriş ve Çıkış Gerilim Değerleri

pH	Giriş Gerilimi (V_{in})	Simülasyon Çıkış Gerilimi (V_{out})
0	+10 V	+4.66 V
1	+8.5 V	+4.31 V
2	+7.1 V	+4.00 V
3	+5.7 V	+3.68 V
4	+4.3 V	+3.36 V
5	+2.8 V	+3.01 V
6	+1.4 V	+2.70 V
7	0 V	+2.37 V
8	-1.4 V	+2.04 V
9	-2.8 V	+1.73 V
10	-4.3 V	+1.38 V
11	-5.7 V	+1.06 V
12	-7.1 V	+743 mV
13	-8.5 V	+418 mV
14	-10V	+79.9 mV

Grafik 2. pH Değerlerine Göre Çıkış Gerilimi

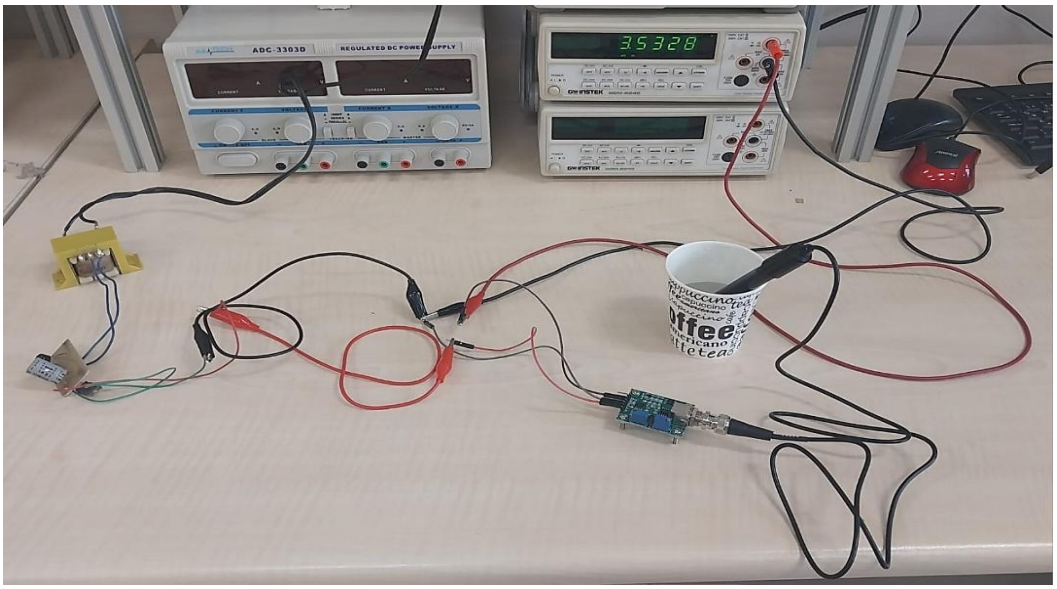


Simülasyon ve ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında, sapmaların genellikle 0.05 V'un altında kaldığı gözlenmiştir. Bu sapmalar; op-amp'ın ideal olmaması, direnç toleransları, kaynak gerilimindeki dalgalanmalar ve breadboard bağlantılarından kaynaklanan parazit etkileri ile açıklanabilir (Bard & Faulkner, 2000). pH ölçeğine projeksiyon yapıldığında bu sapmalar,

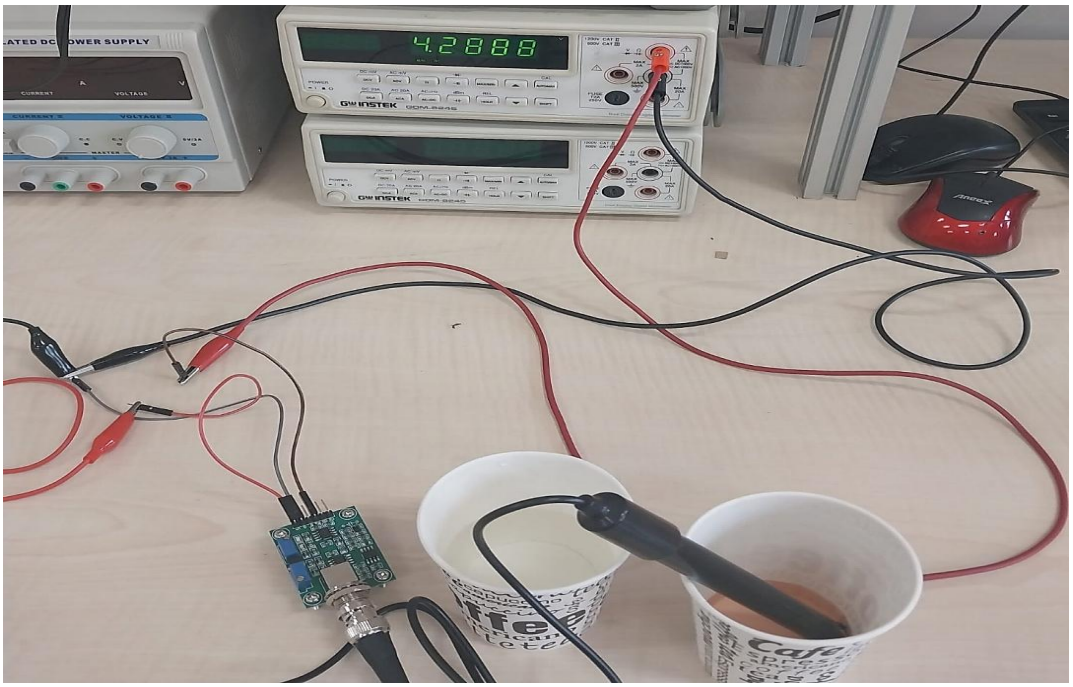
yaklaşık 0.05–0.1 pH mertebesinde bir hata aralığına karşılık gelmekte olup, birçok uygulama için kabul edilebilir düzeydedir.

Ayrıca, belirli bir giriş gerilimi için birden fazla ölçüm yapıldığında, çıkış geriliminin kararlı ve tekrarlanabilir olduğu; ölçümlerin standart sapmasının düşük kaldığı görülmüştür. Bu durum, sensör modülü devresinin kararlı bir çalışma sunduğunu ve gürültü seviyesinin pH ölçümlerini olumsuz etkilemediğini göstermektedir.

3.1.2.2. pH Sensör Modülü ile Farklı Elektrolitlerde Ölçüm



Şekil 9. pH Sensör Modülü ile İçme Suyunda Ölçüm



Şekil 10. pH Sensör Modülü ile Sirkeli Ölçüm

Deneysel çalışmalar kapsamında, farklı pH karakteristiklerine sahip çözeltiler üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Asidik özellik gösteren sirkeli su için pH sensör modülünün çıkışında 4.28 V, nötre yakın karakterdeki içme suyu için 3.53 V ve bazik özellikteki çamaşır sulu su için ise 2.71 V gerilim değeri ölçülmüştür. Ölçülen bu gerilim değerlerinin, pH sensör modülü için teorik olarak elde edilen transfer fonksiyonu ve simülasyon sonuçları ile tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, geliştirilen ölçüm sisteminin pH–gerilim ilişkisinin doğrusal ve öngörülebilir bir davranış sergilediğini ve sistemin deneysel olarak doğrulandığını göstermektedir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, ticari olarak temin edilebilen bir pH sensör modülünü hem analog devre düzeyinde inceleyerek hem de modern bir IoT tabanlı ölçüm mimarisi içerisinde ele alarak iki temel hedefe hizmet etmektedir.

İlk olarak, pH sensör modülünde yer alan op-amp tabanlı iki kademeli yükselteç yapısı, kazanç ve ofset parametreleri açısından matematiksel olarak modellenmiş; elde edilen teorik sonuçlar Proteus benzetimleri ve laboratuvar ortamında gerçekleştirilen ölçümler ile doğrulanmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, uygulamalarda sıklıkla kullanılan hazır bir pH modülünün iç yapısı analiz edilmiş ve modül, özellikle eğitim ve mühendislik bakış açısıyla daha anlaşılır ve şeffaf hâle getirilmiştir.

İkinci olarak, sistemin sayısallaştırma ve haberleşme altyapısı kapsamında ESP32 mikrodenetleyicisinin kullanılmakta olup, pH verilerinin IoT platformu aracılığıyla internet üzerinden izlenebilir hâle getirilmesi hedeflenmektedir. Bu entegrasyonun gerçekleştirilmesiyle birlikte, ölçüm verilerinin gerçek zamanlı takibi ve uzaktan erişimi mümkün olacaktır.

Geliştirilen sistemde sıcaklık sensörü ve sıcaklık kompanzasyonu yer almamaktadır. Bu durum, özellikle laboratuvar koşullarında sıcaklık değişiminin sınırlı olduğu ve belirli doğruluk sınırlarının kabul edilebilir olduğu uygulamalar için yeterli görülmektedir. Bununla birlikte, sıcaklığın önemli ölçüde değiştiği endüstriyel veya çevresel proseslerde, gelecekte sıcaklık kompanzasyonlu bir yapının sisteme entegre edilmesi ölçüm doğruluğunu artırabilecek bir iyileştirme olarak değerlendirilmektedir (Skoog et al., 2018; IUPAC, 1976).

Genel olarak elde edilen bulgular, elektrolit çözeltilerin pH ölçümü için tasarlanan bu sistemin; hem akademik eğitim ortamlarında (ölçme teknikleri, operasyonel yükselteç analizi ve mikrodenetleyici temelli sistemler) hem de temel proses izleme uygulamalarında kullanılabilecek yeterlilikte bir yapı sunduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, elektrolit çözeltilerin pH değerinin ölçülmesine yönelik olarak hazır bir pH sensör modülü ve ESP32 mikrodenetleyicisi temel alınarak IoT destekli bir pH ölçüm sisteminin tasarımı ele alınmıştır. Çalışma kapsamında pH sensör modülünün devre yapısı ayrıntılı biçimde incelenmiş; op-amp tabanlı iki kademeli yükselteç yapısının kazanç ve ofset karakteristikleri teorik olarak çıkarılmıştır. Cam elektrot pH probunun ürettiği ±414 mV aralığındaki düşük seviyeli sinyalin, sensör modülü tarafından yaklaşık 0.18–4.78 V aralığında ve pH değeriyle lineer ilişki gösterecek şekilde dönüştürüldüğü doğrulanmıştır.

Proteus benzetim sonuçları ile laboratuvar ortamında gerçekleştirilen ölçümler karşılaştırıldığında, geliştirilen teorik modelin devrenin gerçek davranışını büyük ölçüde temsil ettiği ve sensör modülünün kararlı ve doğrusal bir çıkış karakteristiği sergilediği görülmüştür. ESP32 mikrodenetleyicisi kullanılarak sensör modülünden elde edilen analog veriler yüksek çözünürlükle sayısallaştırılmış ve yazılım ortamında pH değerleri hesaplanmıştır.

Geliştirilen sistem kapsamında elde edilen pH verilerinin, ilerleyen aşamalarda ESP32'nin dahili Wi-Fi birimi kullanılarak IoT platformuna aktarılması planlanmaktadır. Bu sayede ölçüm sisteminin, geleneksel lokal izleme yaklaşımının ötesine taşınarak pH değerlerinin uzaktan, gerçek zamanlı ve kayıtlı biçimde izlenebilmesi hedeflenmektedir.

Gelecek çalışmalarda; ölçüm doğruluğunu artırmak amacıyla sıcaklık kompanzasyonunun sisteme eklenmesi, enerji verimliliği yüksek ve taşınabilir bir donanım yapısının geliştirilmesi ile iletkenlik veya redoks potansiyeli gibi diğer elektrokimyasal parametrelerin aynı IoT tabanlı ölçüm altyapısına entegre edilmesi planlanmaktadır.

6. KAYNAKÇA

Atlas Scientific. (2023). *EZO-pH™ circuit: Embedded pH circuit datasheet*. https://atlas-scientific.com

Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2000). *Electrochemical methods: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Wiley.

CircuitLab. (2025). *pH sensor circuit*. https://www.circuitlab.com/circuit/ytznut/ph-sensor/

Cirkit Designer. (2025a). *ESP32-based water quality monitoring system with turbidity, temperature, pH and color sensing*. https://docs.cirkitdesigner.com/project/published/7a078db4-7854-40e7-8b9a-d7390ab41922/esp32-based-water-quality-monitoring-system-with-turbidity-temperature-ph-and-color-sensing

Cirkit Designer. (2025b). *pH sensor component*. https://docs.cirkitdesigner.com/component/2a0a9d64-bdaf-4e0d-91e6-1493a82492c0/ph-sensor

Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of Things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10*(4), 2233–2243. https://doi.org/10.1109/TII.2014.2300753

Electronic Clinic. (2025). *ESP32 pH sensor – IoT pH sensor code and circuit diagram*. https://www.electroniclinic.com/esp32-ph-sensor-iot-ph-sensor-code-and-circuit-diagram/

Espressif Systems. (2023). *ESP32 series: Wi-Fi & Bluetooth microcontrollers datasheet*. https://www.espressif.com

How2Electronics. (2025). *DIY IoT water pH meter using pH sensor & ESP32*. https://how2electronics.com/diy-iot-water-ph-meter-using-ph-sensor-esp32/

IUPAC. (1976). Nomenclature, symbols, units and their usage in spectrochemical analysis—II. Data interpretation. *Pure and Applied Chemistry, 45*, 99–103. https://doi.org/10.1351/pac197645010099

Razzaque, M. A., Milojevic-Jevric, M., Palade, A., & Clarke, S. (2016). Middleware for Internet of Things: A survey. *IEEE Internet of Things Journal, 3*(1), 70–95. https://doi.org/10.1109/JIOT.2015.2498900

Rhoades, J. D. (1996). pH and electrical conductivity measurements in soil and water. In *Methods of soil analysis* (pp. 417–435). ASA–SSSA.

Robinson, R. A., & Stokes, R. H. (2002). *Electrolyte solutions* (2nd ed.). Dover Publications.

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.

Texas Instruments. (2021). *ADS1113, ADS1114, ADS1115 ultra-small, low-power, 16-bit ADCs datasheet*. https://www.ti.com

Texas Instruments. (2023). *LM358 low power dual operational amplifier datasheet*. https://www.ti.com

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (EC) ÖLÇÜMÜ İÇİN IOT TABANLI DÜŞÜK MALİYETLİ DÖRT-PROBLU (WENNER) AC EMPEDANS TEKNİĞİNE DAYALI SİSTEM TASARIMI VE YAPIMI

Kübra GÜLERYÜZ
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0009-0001-3487-1627
Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Elektriksel iletkenlik (Electrical Conductivity- EC), su-toprak kalitesi izleme, endüstriyel süreç kontrolü ve çevresel analizlerde sıvıların iyonik içeriğini belirlemek için kullanılan temel bir parametredir. Ancak, geleneksel iki elektrotlu temaslı ölçüm teknikleri, elektrot-elektrolit arayüzeyinde oluşan polarizasyon kapasitansı ve elektrot kirlenmesinden kaynaklanan temas direnci nedeniyle önemli ölçüm hatalarına yol açmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu hataları elimine etmek ve laboratuvar ortamında yüksek doğruluklu, düşük maliyetli bir çözüm sunmak amacıyla, Dört-Problu (Wenner) ölçüm tekniğine dayalı bir EC ölçüm sistemi tasarlanmış ve prototiplenmiştir. Geliştirilen sistem, çözeltiye akım enjeksiyonu ile potansiyel ölçüm kanallarını birbirinden izole eden, yüksek giriş empedanslı bir diferansiyel amplifikatör mimarisi üzerine kurulmuştur. Sistemin frekans tepkisi sıvı ortamda $50\,Hz - 50\,kHz$ aralığında analiz edilerek, reaktif bileşenlerin ihmal edilebildiği optimum çalışma frekansı ($1\,kHz$) belirlenmiştir. Farklı iyonik konsantrasyonlara sahip (içme suyu, musluk suyu, tuzlu su) çözeltilerle yapılan doğrulama testleri, sistemin elektrot kirlenmesinden ve temas direncinden bağımsız olarak lineer ve kararlı EC ölçümleri yapabildiğini kanıtlamıştır. Önerilen bu sağlam ölçüm altyapısının, su analizlerinin yanı sıra endüstrideki diğer uygulama alanlarında da uygulanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektriksel İletkenlik (EC), Wenner Dizilimi, 4-Problu Yöntem, Elektrot Polarizasyonu, Elektrolit Analizi.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LOW-COST, IOT-BASED SYSTEM FOR ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC) MEASUREMENT USING THE WENNER FOUR-PROBE AC IMPEDANCE TECHNIQUE

ABSTRACT

Electrical conductivity (EC) is a fundamental parameter used to determine the ionic content of liquids in water–soil quality monitoring, industrial process control, and environmental analysis. However, conventional two-electrode contact measurement techniques suffer from significant measurement errors due to polarization capacitance at the electrode–electrolyte interface and

contact resistance caused by electrode fouling. In this study, in order to eliminate these effects and to provide a high-accuracy, low-cost solution in a laboratory environment, an EC measurement system based on the four-electrode (Wenner) technique was designed and prototyped. The developed system is based on a differential amplifier architecture with high input impedance, which isolates the current injection and potential measurement channels by injecting current into the solution while separately sensing the voltage. The frequency response of the system was analyzed in a liquid medium over the range of 50 Hz to 50 kHz, and the optimum operating frequency (1 kHz), at which reactive components can be neglected, was determined. Validation tests performed using solutions with different ionic concentrations (drinking water, tap water, and saline water) demonstrated that the proposed system can perform linear and stable EC measurements independently of electrode fouling and contact resistance. The proposed robust measurement infrastructure is considered applicable not only to water analysis but also to other industrial application areas.

Keywords: Electrical Conductivity (EC), Wenner Array, Four-Electrode Method, Electrode Polarization, Electrolyte Analysis.

GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus ve gıda talebi, tarımsal üretimde verimliliği yükseltmeyi ve girdileri (su, gübre, enerji) daha akıllı yönetmeyi zorunlu kılmaktadır. “Hassas Tarım” yaklaşımında tarlanın her noktası aynı kabul edilmez; bunun yerine yerel ölçüm ve anlık karar esastır. Bu bağlamda toprak/su ile ilişkili sensör verileriyle hem izleme hem de karar destek sistemleri kuran çalışmalar yaygınlaşmıştır. Örneğin akıllı toprak izleme altyapısını ürün ve gübre önerisiyle birleştiren sistemler, EC gibi parametreleri doğrudan tarımsal karar mekanizmalarının girdisi olarak kullanmaktadır (Saha et al., 2024).

Toprak ve su kalitesini sahada hızlı yorumlamak için kullanılan temel büyüklüklerden biri Elektriksel İletkenlik (Electrical Conductivity – EC) değeridir. EC, çözeltide/toprak gözenek suyunda bulunan iyonların yoğunluğuyla yakından ilişkili olduğu için; tuzluluk, besin iyonları ve genel kalite hakkında pratik bir gösterge sunar (Tejaswini et al., 2023). Ancak iletkenlik ölçümü, teoride “basit bir direnç ölçümü” gibi görünse de pratikte elektrot-sıvı arayüzünde oluşan elektro-kimyasal etkiler nedeniyle hataya açıktır. Bu yüzden literatürde, ölçümün kararlılığını ve doğruluğunu artırmak amacıyla elektrot geometrisi, uyartım sinyalinin tipi (DC/AC) ve ölçüm devresi mimarisi gibi konular ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır (Tejaswini et al., 2023).

Akademik tarafta, özellikle daha hassas ve kompakt çözümler için MEMS tabanlı iletkenlik sensörleri geliştirilmiştir. Dört elektrotlu, simetrik bir konfigürasyon kullanan MEMS

yaklaşımlarında amaç; ölçümün doğrudan okunabilir olması, elektrot etkilerinin azaltılması ve daha tutarlı sonuç alınmasıdır (Liao et al., 2022). Öte yandan sahada uygulanabilirlik açısından düşük maliyetli mikrodenetleyici tabanlı çözümler de önemlidir. Arduino tabanlı basit EC ölçüm sistemlerinin tasarlandığı ve AC uyartım gibi yöntemlerle pratik ölçüm hatalarının azaltılmaya çalışıldığı örnekler literatürde yer almaktadır (Katman & Kaewpoonsuk, 2021).

EC ölçümünde en sık karşılaşılan problemlerden biri, iki elektrotlu temaslı yöntemlerin elektrot–elektrolit arayüzünde oluşan polarizasyon ve temas direnci etkilerine oldukça açık olmasıdır. Bu tür etkiler, özellikle ölçüm uzun süreli yapıldığında veya elektrot yüzeyleri kirlendiğinde, sonuçların gerçek değerden sapmasına neden olabilmektedir. Bu durumu azaltmak amacıyla bazı çalışmalarda, empedansın doğrudan ölçülmesi yerine empedansın tersi olan admitans parametresi esas alınmış; uygun frekans aralıklarında elektrot kaynaklı etkilerin ölçüm üzerindeki baskısının daha sınırlı kaldığı ölçüm düzenekleri önerilmiştir (Aldosky & Shamdeen, 2011).

Öte yandan, toprak kalitesinin yalnızca tek bir noktadan ölçülmesinin çoğu zaman yeterli olmadığı; bunun yerine mekânsal dağılımın dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Sahadan farklı noktalardan toplanan EC verilerinin haritalanarak yorumlanması, hem toprak yapısının daha iyi anlaşılmasını hem de bu bilginin karar destek süreçlerine aktarılmasını mümkün kılmaktadır (Zewdie & Adeba, 2025a).

Endüstriyel uygulamalarda da benzer bir yaklaşım göze çarpmaktadır. İki elektrotlu sensörler yapısal olarak basit ve ekonomik olmalarına rağmen, zorlu çalışma koşullarında kirlenme ve polarizasyon etkilerinden daha kolay etkilenebilmektedir. Buna karşılık, dört elektrotlu sensörler akım ve gerilim yollarını birbirinden ayırdığı için birçok uygulamada daha kararlı ve tekrarlanabilir ölçümler sunabilmektedir (Barben Analytical, 2021). Daha ileri ölçüm yaklaşımlarında ise, faz duyarlı tespit (phase sensitive detection) gibi teknikler kullanılarak kapasitif ve parazitik etkilerin bastırılması ve iletkenlik bilgisinin daha “temiz” bir şekilde elde edilmesi hedeflenmektedir (Kerai & Hamoudi, 2023).

Bunun yanında, özellikle tarımsal ve çevresel izleme uygulamalarında IoT tabanlı sistemlerin tek seferde değil, adım adım geliştirildiği görülmektedir. Proje ilerleme raporları ve ara prototipler üzerinden sistemin olgunlaştırılması, ölçüm altyapısının gerçek saha koşullarına uyarlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Zewdie & Adeba, 2025b).

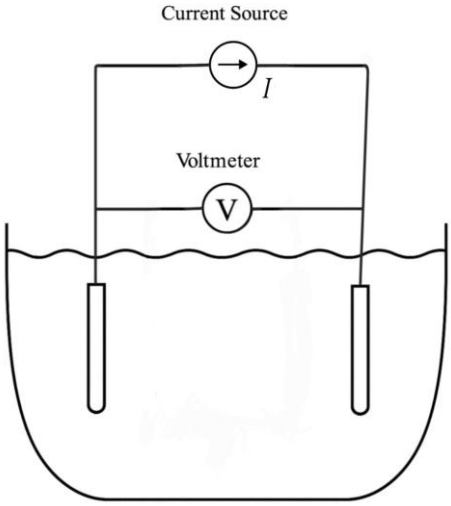
YÖNTEM

İletkenlik ölçmek için literatürde kullanılan yöntemlerden iki-elektrotlu ve dört-elektrotlu yöntemler üzerinde durulmuştur.

1.İki-Elektrotlu Yöntem: Basit bir yöntem olması nedeniyle tercih edilir fakat ölçümdeki hata oranı fazladır. Bu yöntemde sisteme uyartım akımını (excitation current) sağlayan elektrotlar ile potansiyel farkı ölçen elektrotlar aynıdır. Bu durum, elektrot-elektrolit arayüzeyinde iki temel hataya yol açar:

- **Elektrokimyasal Polarizasyon:** İyonik akım akışı sırasında, elektrot yüzeylerinde iyon birikimi meydana gelir ve bu durum "Elektriksel Çift Katman Kapasitansı" olarak bilinen sanal bir bariyer oluşturur. Bu bariyer, özellikle düşük frekanslarda toplam empedansa eklenerek ölçülen direncin gerçek değerinden yüksek çıkmasına neden olur.
- **Temas Direnci:** Elektrot yüzeyindeki korozyon, kirlenme veya kablo bağlantılarındaki dirençler, ölçüm devresine seri olarak eklenir.
- İki elektrotlu yöntemde ölçülen toplam voltaj ($V_{\text{ölçülen}}$), sadece çözeltinin direncinden ($R_{\text{çözelti}}$) değil, aynı zamanda bu hata kaynaklarından da etkilenir:

$$\boldsymbol{V_{\text{ölçülen}} = I * (R_{sıvı} + R_{polarizasyon} + R_{temas})}$$



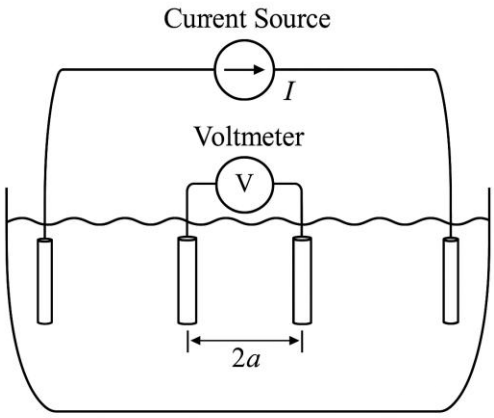
Şekil 1. İletkenlikte 2-Elektrotlu Ölçüm Yöntemi

Bu durum, özellikle yüksek iletkenlikli sıvılarda hataların baskın hale gelmesine ve ölçümün güvenilmez olmasına yol açar. Bu nedenle bu çalışmada, bahsi geçen hataları ölçümden düşmek için akım ve gerilim kanallarını fiziksel olarak ayrıştıran Dört-Elektrotlu Ölçüm tekniği kullanılmıştır.

2.Dört-Elektrotlu Yöntem

Bu yöntemde dış elektrotlara (1-4) sabit akım enjekte edilerek bir elektrik alan oluşturulur. Ardından iç elektrotlardan (2-3) çözeltide oluşan bu voltaj düşümü (ΔV) ölçülür. Bu yöntem sayesinde iki-elektrotlu yöntemde bahsedilen temas direnci (contact resistance) ve kablo direnci

gibi hatalar ölçümden izole edilir. Elektriksel İletkenlik (EC) ölçmede en sık tercih edilen yöntemlerdendir.

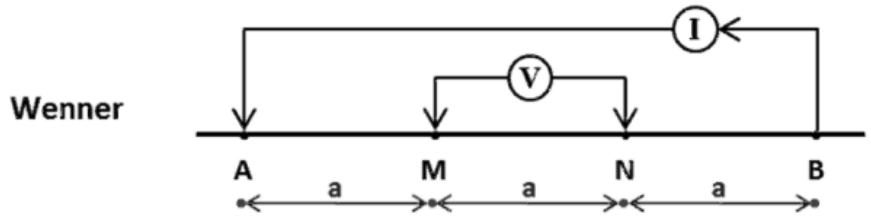


Şekil 2. İletkenlikte 4-Elektrotlu Ölçüm Yöntemi

Gerilim ölçümü yapan iç elektrotlar, yüksek giriş empedansına sahip bir fark alıcı (Op-Amp) devresine bağlandığı için bu hattan akım geçişi ihmal edilebilir düzeydedir ($I_{sense} \approx 0$). Ohm Kanunu ($V = I * R$) gereği, akımın akmadığı bir hatta elektrot yüzeyindeki pas veya kirlilik direnci ne kadar yüksek olursa olsun, gerilim düşümü (hata) oluşmaz.

3.Wenner Dizilimi

- Dört adet elektrotun doğrusal bir hat üzerinde, birbirine eşit mesafede (a) yerleştirilmesiyle oluşturulan ölçüm düzenidir.
- Eşit aralıklarla yerleştirmek, elektrik alan dağılımının homojen olmasını sağlar.
- Özdirenç (ρ) hesabında kullanılan geometrik faktörün (K) hesaplanmasını basitleştirir **(K = 2∗π∗a).**



Şekil 3. Wenner Dizilimi

4.AC ve DC Akımın İletkenlik Üzerine Etkisi

Sisteme Doğru Akım (DC) uygulandığında, akım tek yönlü aktığı için elektrot yüzeyinde iyon birikimi (elektroliz) meydana gelmektedir. Bu durum, elektrot-çözelti arayüzünde polarizasyon (kutuplaşma) oluşmasına ve elektrot yüzeyinde sanal bir kapasitif direnç tabakası yaratılmasına

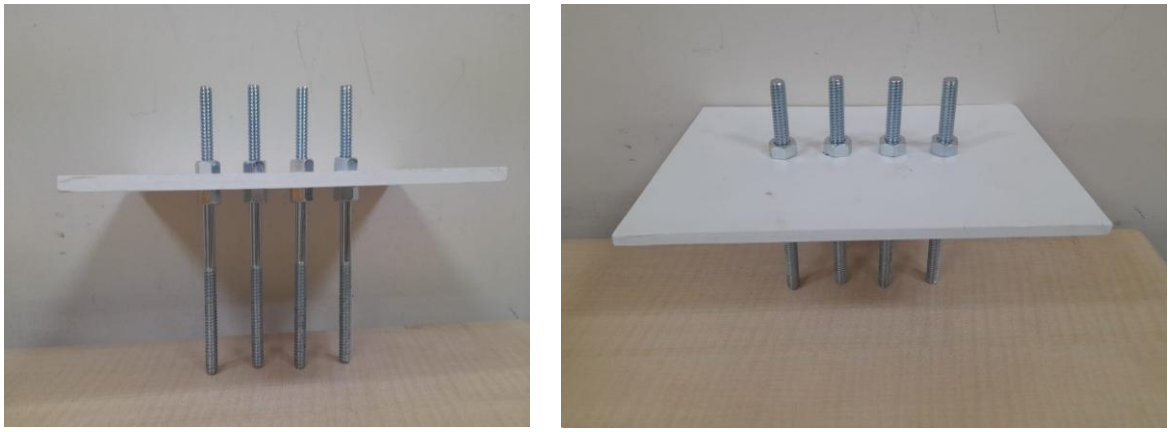
neden olur. Sonuç olarak, DC ile yapılan ölçümlerde elektrotlar üzerindeki gerilim düşümü zamanla artmakta ve ölçüm sonuçları kararsız (unstable) hale gelmektedir.

Buna karşın, Alternatif Akım (AC) kullanıldığında, akım yönü periyodik olarak değiştiği için iyonlar elektrot yüzeyinde birikmeye fırsat bulamadan sürekli yer değiştirmektedir. Bu dinamik hareket sayesinde kutuplaşma (polarizasyon) etkisi büyük ölçüde minimize edilmektedir. AC sinyal kullanımı ile gerilim düşümü stabil kalmakta, iyonik hatalardan arındırılmış daha doğru ve güvenilir ölçüm sonuçları elde edilmektedir.

SİSTEM TASARIMI VE ÖLÇÜM DÜZENİ

1.Prob Tasarımı

Bu çalışmada dört elektrotlu Wenner geometrisine sahip bir ölçüm hücresi tasarlanmıştır. 4 adet çubuk elektrot aralarındaki mesafe $a = 2\,cm$ olacak şekilde yalıtkan PVC köpük levhaya (dekota) sabitlenmiştir. Elektrotlar arasındaki mesafenin sabit kalması için somunlarla sabitleme yapılmıştır.

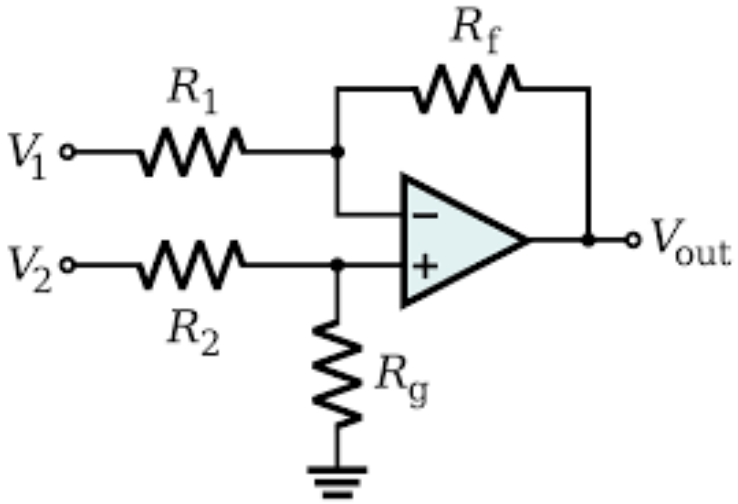


Şekil 4. Tasarlanan 2 cm aralıklı 4-problu Wenner Dizilimine Sahip Yapı

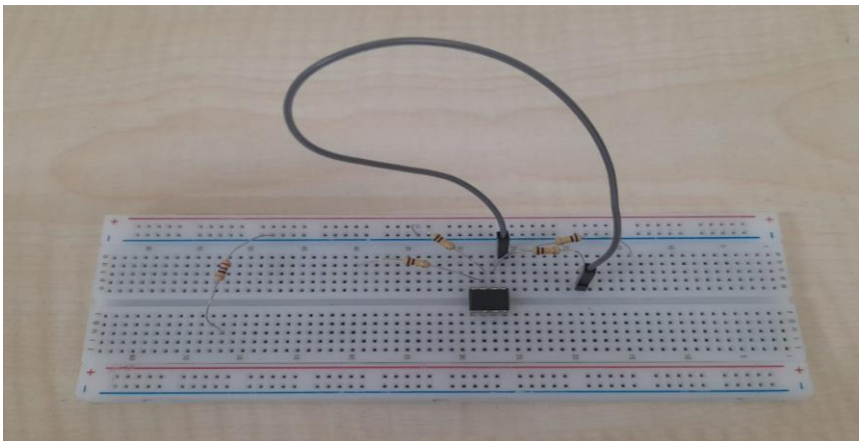
1.2.Devre Tasarımı

İç problar (2-3) üzerinden sıvıdan akım çekilmesini engellemek ($I_{sense} = 0$) ve böylece prob-sıvı temas direncini ölçümden düşmek için LM358 tabanlı bir Diferansiyel Amplifikatör (Fark Alıcı) tasarlanmıştır.

- **Yüksek Giriş Empedansı:** Devrenin giriş dirençleri ($100k\,\Omega$) seçilerek, potansiyel problarının sıvıdan akım çekmesi engellenmiş ve polarizasyon hatası önlenmiştir.
- **Akım Ölçümü:** Sıvının direncindeki değişimleri izlemek için devreye seri bağlı bir şönt direnç ($R_{sense} = 270\,\Omega$) üzerinden geçen toplam akım anlık olarak ölçüldü. Multimetrenin iç direncini ölçüme dahil etmemek için böyle bir yöntem izlendi.



Şekil 5. Op-Amp Tabanlı Fark Alıcı - Differential Amplifier Devre Şeması (Diyot.net, 2005)



Şekil 6. LM358 tabanlı diferansiyel amplifikatör ve akım algılama devresi

Çıkış gerilimi (V_{out}) :

$$V_{out} = [(R_g + R_f)/(R_1 + R_g)] * [(R_g/R_2) * V_2] - [(R_f/R_1) * V_1]$$

olan bu devrede gösterilen R_1, R_2, R_g ve R_f dirençleri eşit $100k\ \Omega$ seçilerek çıkış gerilimi direkt olarak $V_o = (V_2 - V_1)$ alınmıştır. V_2 ve V_1 sistemdeki iç elektrotlardaki (1-2) gerilimi temsil eder. (Analog Devices, 2025) (Diyot.net, 2025).

1.3.Referans Ölçü Aleti

Çalışmanın devamında 3 farklı numunede ilk olarak görselde verilen referans ölçü aleti ile ölçüm alınmış ardından tasarlanan sistemle ölçülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

- Cihazın ölçüm prensibi, çözeltinin elektriksel iletkenliğini (EC) ölçerek bunu TDS (Toplam Çözünmüş Katı Madde) değerine dönüştürmeye dayanır.
- $TDS(ppm) \approx EC(\mu s/cm) * 0.5$



Şekil 7. HM Digital TDS-3 Handheld TDS Meter

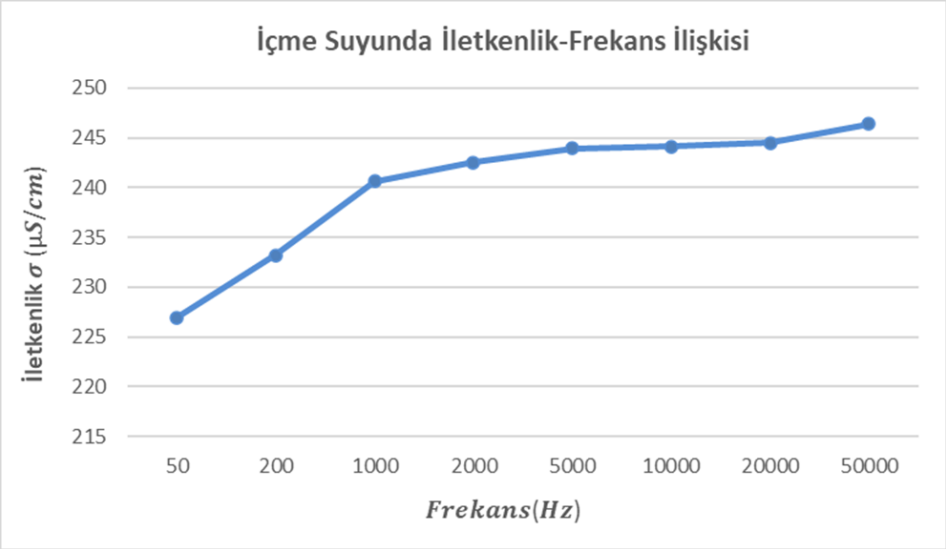
ÖLÇÜM SONUÇLARI VE HESAPLAMALAR

$$I = \frac{V_{sense}}{270} \qquad Z = \frac{\Delta V}{I} \qquad \rho = 2 * \pi * a * Z \qquad \sigma = \frac{1}{\rho} \qquad \sigma = \frac{I}{2*\pi*a*Z}$$

Tablo 1. İçme suyu numunesi için $50\ Hz - 50kHz$ frekansta elde edilen ölçüm sonuçları

$Frekans(Hz)$	$V_{sense}\ (V)$	$\Delta V\ (V)$	$I\ (mA)$	$Z\ (\Omega)$	$\sigma\ (\mu S/cm)$
50	0,0730	0,0948	0,2703	350,6301	226,9556
200	0,0894	0,1130	0,3311	341,2751	233,1769
1000	0,0952	0,1166	0,3526	330,6933	240,6383
2000	0,0962	0,1169	0,3563	328,0977	242,5419
5000	0,0970	0,1172	0,3593	326,2268	243,9329
10000	0,0974	0,1176	0,3607	325,9959	244,1057
20000	0,0978	0,1179	0,3622	325,4908	244,4845
50000	0,0994	0,1189	0,3681	322,9678	246,3944

Etiketin üzerindeki iletkenlik değeri (abant su)= **184 µS/cm**
TDS-3 Digital TDS cihazı ile ölçülen değer = **188 µS/cm**



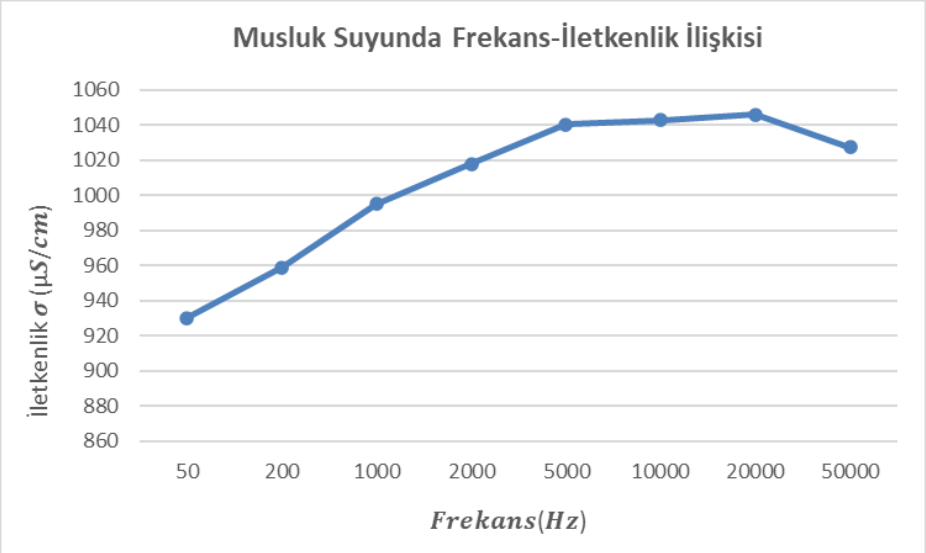
Şekil 8. İçme Suyunda Frekans-İletkenlik İlişkisi

- 50–200 Hz iletkenlik düşük, frekansla artıyor
- 1 kHz'ten sonra sistem kararlı
- 1 kHz üstünde artış çok sınırlı (≈ %2–3).
- Düşük iletkenlikte 1 kHz ve üzeri frekans tercih edilmeli.

Tablo 2. Musluk suyu numunesi için $50\ Hz - 50kHz$ frekansta elde edilen ölçüm sonuçları

$Frekans(Hz)$	$V_{sense}\ (V)$	$\Delta V\ (V)$	$I\ (mA)$	$Z\ (\Omega)$	$\sigma\ (\mu S/cm)$
50	0,1541	0,0488	0,5704	85,5584	930,0949
200	0,2082	0,0641	0,7711	82,9971	958,7981
1000	0,2601	0,0771	0,9631	79,9615	995,1969
2000	0,2694	0,0781	0,9978	78,1737	1017,9568
5000	0,2761	0,0782	1,0222	76,5001	1040,2284
10000	0,2781	0,0786	1,0301	76,3107	1042,8091
20000	0,2796	0,0788	1,03556	76,0944	1045,7728
50000	0,2806	0,0805	1,03926	77,4591	1027,34937

TDS-3 Digital TDS cihazı ile ölçülen değer = **1002 µS/cm**



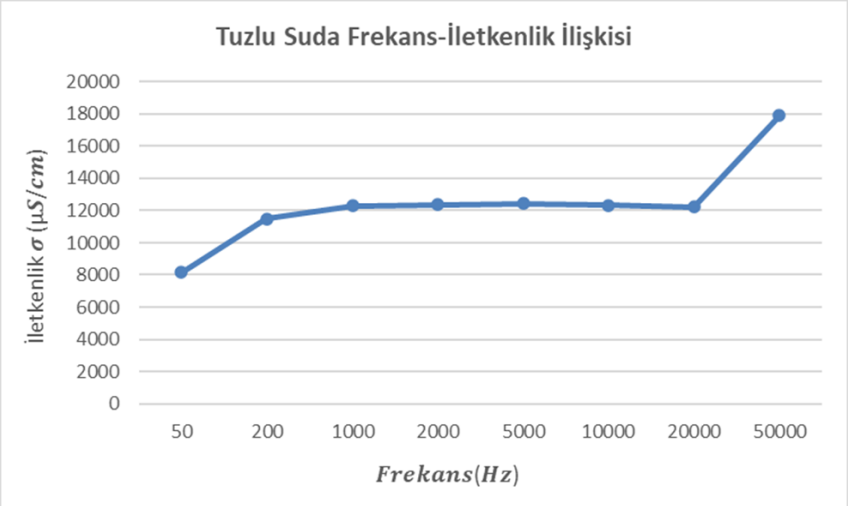
Şekil 9. Musluk Suyunda Frekans-İletkenlik İlişkisi

- 50–200 Hz düşük okuma
- 5–20 kHz neredeyse sabit (≈ 995–1045 µS/cm)
- 50 kHz'te düşüş yaşanıyor.
- En güvenilir aralık: 5–10 kHz

Tablo 3. Tuzlu su (200 ml içme suyu+5 gram NaCl (Sodyum Klorür)) numunesi için $50\ Hz - 50kHz$ frekansta elde edilen ölçüm sonuçları

$Frekans(Hz)$	$V_{sense}\ (V)$	$\Delta V\ (V)$	$I\ (mA)$	$Z\ (\Omega)$	$\sigma\ (\mu S/cm)$
50	0,2491	0,0091	0,9222	9,7591	8154,2348
200	0,4049	0,0104	1,4996	6,9351	11474,6859
1000	0,5091	0,0122	1,8856	6,4702	12298,9953
2000	0,5328	0,0127	1,9733	6,4358	12364,7935
5000	0,5478	0,0131	2,0289	6,4074	12419,5268
10000	0,5522	0,0132	2,0452	6,4542	12329,5959
20000	0,5563	0,0134	2,0604	6,5037	12235,7511
50000	0,5586	0,0092	2,0689	4,4468	17895,3203

TDS-3 Digital TDS cihazı ile ölçülen değer = **12340 µS/cm**



Şekil 10. Tuzlu Suda Frekans-İletkenlik İlişkisi

- 50 Hz ciddi düşük okuma
- 1kHz–20 kHz çok kararlı (~12.2–12.4 mS/cm)
- 50 kHz ani yükselme (≈ 18 mS/cm)
- En doğru aralık:1–20 kHz

Yüzde Hata Analizi (1 kHz Referans)

$$\% \, Hata = \frac{\sigma_{ölçüm} - \sigma_{ref}}{\sigma_{ref}} * 100$$

Numune	Referans ($\mu S/cm$)	Ölçülen (1 kHz)	Hata
İçme suyu	188	~241	+**28**%
Musluk suyu	1002	~995	−**0.7**%
Tuzlu su	12340	~12300	−**0.3**%

BULGULAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen dört-problu EC ölçüm sistemi, içme suyu, musluk suyu ve tuzlu su numuneleri üzerinde farklı frekanslarda test edilmiştir. İçme suyu ölçümlerinde düşük frekanslarda iletkenlik değerlerinin referans cihaza göre düşük kaldığı, 1 kHz ve üzerindeki frekanslarda ise ölçümlerin 240–246 µS/cm aralığında kararlı hale geldiği gözlemlenmiştir. Musluk suyu numunesinde iletkenlik değerleri frekans arttıkça yükselmiş ve $5 - 20\ kHz$ aralığında $995 - 1045\ S/cm$ bandında sabitlenerek referans değere (1002 µS/cm) yüksek uyum göstermiştir. Tuzlu su ölçümlerinde ise 1–20 kHz aralığında $12.2 - 12.4\ mS/cm$ seviyesinde kararlı sonuçlar elde edilmiş, 50 kHz frekansında ölçüm değerlerinde parazitik etkiler nedeniyle sapma

gözlenmiştir. Genel olarak sonuçlar, düşük frekanslarda elektrot-sıvı arayüzü etkilerinin baskın olduğunu, orta frekans aralığında ise sistemin daha kararlı ve güvenilir ölçümler sunduğunu göstermektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü için dört-problu Wenner dizilime sahip, AC empedans tabanlı ve düşük maliyetli bir ölçüm sistemi tasarladım ve laboratuvar ortamında deneysel olarak test ettim. Sistemi geliştirirken temel amacım; iki elektrotlu temaslı ölçümlerde sıkça karşılaşılan elektrot polarizasyonu ve temas direnci kaynaklı hataları mümkün olduğunca ölçüm dışına çıkarmaktı. Bu doğrultuda akım enjeksiyonu ve gerilim ölçümünü fiziksel olarak ayıran dört elektrotlu bir yapı kullandım ve potansiyel ölçümünü yüksek giriş empedanslı diferansiyel bir yükselteç ile gerçekleştirdim.

Uygun frekans aralığını bulmak adına $50\ Hz - 50\ kHz$ frekanslarda tarama yaptım. Yapılan deneyler sonucunda, özellikle düşük frekanslarda ölçülen EC değerlerinin belirgin şekilde düşük çıktığını; frekans arttıkça ölçümlerin kararlı hale geldiğini gözlemledim. Bu durum, elektrot–sıvı arayüzünde oluşan kapasitif etkilerin düşük frekanslarda baskın hale gelmesiyle uyumludur.

Referans olarak kullanılan TDS-3 dijital ölçüm cihazı ile yapılan karşılaştırmalarda, tasarladığım sistemden elde edilen EC değerlerinin aynı mertebede ve kabul edilebilir hata sınırları içerisinde olduğu görüldü. Özellikle dört-problu yapı sayesinde, elektrotların yüzey durumu veya temas koşullarındaki değişimlerin ölçüm sonuçlarını belirgin şekilde etkilemediği gözlemlendi. Bu da sistemin yalnızca kısa süreli ölçümler için değil, daha uzun süreli ve tekrarlı ölçümler için de uygun olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada ölçümler laboratuvar ortamında manuel olarak gerçekleştirilmiş olsa da geliştirilen sistem IoT tabanlı uygulamalara doğrudan uyarlanabilecek bir altyapıya sahiptir. Ölçüm devresinden elde edilen analog gerilim değerleri, yüksek çözünürlüklü ADC'ye sahip bir mikrodenetleyici (örneğin ESP32) kullanılarak sayısallaştırılabilir. ESP32'nin dahili Wi-Fi ve Bluetooth özellikleri sayesinde ölçülen EC verileri kablosuz olarak bir sunucuya, bulut sistemine veya mobil uygulamaya aktarılabilir. Böylece ölçümler gerçek zamanlı olarak izlenebilir, uzun süreli veri kaydı yapılabilir ve elde edilen veriler haritalama ya da karar destek sistemlerinde kullanılabilir.

Özellikle tarımsal uygulamalarda, bu sistemin ESP32 tabanlı bir IoT düğümüne dönüştürülmesi; toprak ve sulama suyu iletkenliğinin sahada sürekli izlenmesini mümkün kılabilir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen prototip, ileride gerçekleştirilebilecek akıllı toprak ve su izleme sistemleri için sağlam bir donanımsal temel oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

Saha, G., Asad, J. B., Suvo, S. H., Imran, M. T., Tonmoy, F. T., & Azad, A. A. M. (2024, April). Smart soil monitoring system with crop and fertilizer recommendation features. *2024 IEEE 13th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)* içinde (ss. 1190-1196). IEEE.

Tejaswini, K. K., George, B., Mukhopadhyay, S. C., & Kumar, V. J. (2023). Conductivity sensors for water quality monitoring: A brief review. L. Philip, T. Pradeep & S. M. Bhallamudi (Ed.), *Technological Solutions for Water Sustainability: Challenges and Prospects - Towards a Water-secure India* içinde (ss. 213-221). IWA Publishing.

Liao, Z., Jing, J., Gao, R., Guo, Y., Yao, B., Zhang, H., Zhao, Z., Zhang, W., Wang, Y., Zhang, Z., & Xue, C. (2022). A direct-reading MEMS conductivity sensor with a parallel-symmetric four-electrode configuration. *Micromachines*, *13*(7), 1153.

Katman, R., & Kaewpoonsuk, A. (2021). A simple electrical conductivity measurement system based on Arduino. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, *12*(5), 471-477.

Aldosky, H. Y. Y., & Shamdeen, S. M. H. (2011). A new system for measuring electrical conductivity of water as a function of admittance. *Journal of Electrical Bioimpedance*, *2*, 86-92.

Zewdie, A., & Adeba, D. (2025). *Smart soil nutrition monitoring and mapping system*. Addis Ababa University.

Barben Analytical. (2021). *Liquid conductivity two & four electrode sensors.* AMETEK.

Kerai, S., & Hamoudi, Y. (2023). A device for measuring the electrical conductivity of liquids using phase sensitive detection technique. *Instrumentation Mesure Métrologie*, *22*(5), 185-192.

Zewdie, A., & Adeba, D. (2025). *IOT based smart soil monitoring system in Ethiopia: Final year project 2nd progress*. Addis Ababa University.

https://www.analog.com/en/resources/glossary/differential amplifier.html#:~:text=Definition,example%20of%20a%20difference%20amplifier.

https://diyot.net/temel-fark-alici-op-amp-difference-amplifier/

COMPARATIVE EVALUATION OF TE-AGS BASED DC MOTOR POSITION CONTROL UNDER MULTIPLE OPTIMIZATION CRITERIA

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, the nonlinear TE-AGS (Tracking Error–Adaptive Gain Shaping) control structure, proposed for position control based on an experimental motor model, is comprehensively evaluated under two different optimization criteria. The TE-AGS controller combines a tracking-error-based feedback structure with an adaptive gain-shaping mechanism and is configured through four parameters: Kp0, Ki0, and β. Two distinct performance functions are employed during the optimization process. The first is a traditional error-based cost function, which relies solely on the magnitude of the tracking error. The second is a filtered cost function that penalizes both the tracking error and the magnitude of the control signal, thereby targeting a more balanced control behavior. For both cost functions, the controller parameters are optimized in the MATLAB/Simulink environment using fast restart and parallel computing techniques to accelerate the optimization process. Performance tests conducted under step, multi-step, ramp, and sinusoidal reference inputs indicate that the controller optimized with the error-based cost function provides a faster rise time (RT) but exhibits a more aggressive tracking behavior due to higher overshoot (OS) and increased control effort (CE). Furthermore, the error-based approach occasionally results in slower convergence to the steady-state and higher steady-state error (SSE), depending on the reference scenario. In contrast, the controller optimized with the filtered cost function yields significantly reduced overshoot, lower control signal magnitudes, and improved stability particularly in the multi-step and sinusoidal tracking cases. Although the filtered approach slightly increases the rise time, it consistently achieves lower SSE, lower CE, and more controlled OS values. Overall, the comprehensive performance evaluations demonstrate that optimization based on the filtered cost function offers a more balanced controller structure in terms of tracking accuracy, energy efficiency, system safety, and robustness, making it more suitable for real-time applications.

Keywords: DC motor position control, optimization-based control, MATLAB/Simulink.

TE-AGS TABANLI DA MOTOR KONUM KONTROLÜNÜN FARKLI OPTİMİZASYON KRİTERLERİ ALTINDA KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada, deneysel motor modeline dayalı konum kontrolü için önerilen doğrusal olmayan kontrol yapısı, iki farklı optimizasyon kriteri altında kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. TE-AGS kontrolcüsü, izleme hatasına dayalı geri besleme yapısını adaptif kazanç şekillendirme mekanizmasıyla birleştiren ve Kp0, Ki0, α ve β olmak üzere dört parametre ile yapılandırılan bir kontrol yaklaşımıdır. Optimizasyon sürecinde iki farklı performans fonksiyonu kullanılmıştır. İlk performans fonksiyonu, hata büyüklüğünü temel alan geleneksel hata tabanlı maliyet fonksiyonudur. İkinci performans fonksiyonu ise hata ile birlikte kontrol sinyali büyüklüğünü de cezalandırarak daha dengeli bir kontrol davranışı hedefleyen filtrelenmiş maliyet fonksiyonudur. Her iki maliyet fonksiyonu için kontrol parametreleri MATLAB/Simulink ortamında hızlı başlatma ve paralel hesaplama teknikleri kullanılarak optimize edilmiştir. Step, çoklu step, rampa ve sinüzoidal referans sinyalleri altında gerçekleştirilen performans testleri, hata tabanlı maliyet fonksiyonu ile optimize edilen kontrolcünün daha hızlı bir yükselme süresi sunduğunu; buna karşın yüksek aşım ve artmış kontrol eforu nedeniyle daha agresif bir izleme davranışı sergilediğini göstermiştir. Ek olarak, hata tabanlı yaklaşımla elde edilen kontrolcüde kararlı hâle yaklaşım süresinin bazı senaryolarda uzadığı ve referans ile çıktı arasındaki kalıcı hata olarak tanımlanan kararlı hâl hatasının zaman zaman daha yüksek değerler aldığı gözlenmiştir. Filtrelenmiş maliyet fonksiyonu ile optimize edilen kontrolcünün ise aşım değerlerini belirgin biçimde azalttığı, kontrol sinyalinin büyüklüğünü sınırlayarak daha düşük kontrol eforu sağladığı ve özellikle çoklu adım ile sinüzoidal izleme senaryolarında daha yüksek kararlılık sunduğu görülmüştür. Bu yaklaşımda yükselme süresinde bir miktar artsa da daha düşük kararlı hâl hatasını, daha düşük kontrol eforu ve daha kontrollü aşım değerleri elde edilmiştir. Elde edilen kapsamlı performans ölçümleri, filtrelenmiş maliyet fonksiyonuna dayalı optimizasyonun, genel izleme doğruluğu, enerji verimliliği, sistem güvenliği ve robustluk açısından daha dengeli ve gerçek zamanlı uygulamalar için daha uygun bir kontrolcü yapısı sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: DA motor konum kontrolü, optimizasyon tabanlı kontrol, MATLAB/Simulink.

1. INTRODUCTION

Motor position control continues to attract significant attention in the control engineering community, as it inherently involves stringent and often conflicting requirements such as high positioning accuracy, fast transient response, and limited control effort. In practical actuator-

based systems, particularly servo motors, the achievable control performance is further constrained by modeling uncertainties, friction phenomena, measurement noise, and actuator voltage limitations. These factors restrict the effectiveness of conventional linear control strategies and motivate the development of more flexible and adaptive control structures. Within this context, optimal and adaptive control approaches have been widely recognized for their ability to modify controller behavior online in response to tracking error dynamics. Previous studies clearly indicate that the choice of the cost function is a key factor governing closed-loop bandwidth, tracking aggressiveness, and response speed, while the relative weighting of tracking error and control input directly shapes the overall system behavior (Hameed et al., 2023).

In adaptive gain-shaping control frameworks, the cost function serves a dual purpose. Beyond acting as a performance measure, it provides a direct mechanism through which controller gains are adjusted online. Cost formulations dominated by tracking error tend to promote rapid gain growth, which often results in shorter rise times and smaller nominal tracking errors. However, this aggressive behavior is typically accompanied by increased control signal amplitudes and a higher likelihood of overshoot during transient operation. In contrast, cost functions that explicitly penalize the magnitude or energy of the control input limit excessive gain amplification and lead to a more moderate and predictable closed-loop response, offering improved operational safety, especially under actuator saturation and noisy measurement conditions (Ma & Cao, 2019).

From an implementation perspective, adaptive controllers are particularly sensitive to high-frequency components of the tracking error. Such sensitivity can amplify noise measurement and excite unmodeled fast dynamics, thereby degrading closed-loop performance. To mitigate these effects, the literature frequently adopts filtering strategies in which either the error signal or the control command is filtered before being used in the adaptation mechanism. Filtering-based cost definitions or update laws enable the adaptation process to react primarily to low-frequency, physically meaningful dynamics, which helps suppress oscillatory gain variations and produces smoother transient responses (Rampeltshammer et al., 2023). Nevertheless, it is also well recognized that excessive filtering or overly strong input penalization may reduce control authority against low-frequency disturbances, potentially compromising disturbance rejection capability (Cao & Hovakimyan, 2006).

Experimental and comparative investigations in motor position control systems confirm that this trade-off between tracking performance, control effort, and robustness is not merely theoretical but clearly observable in real-world applications. While high closed-loop bandwidth

and aggressive gain settings can significantly improve tracking speed, they often introduce undesirable side effects such as actuator saturation, oscillatory behavior, and increased sensitivity to measurement noise. More conservative control designs that explicitly account for input constraints and disturbance effects generally exhibit slower transient responses yet provide enhanced stability and operational reliability. These findings collectively suggest that multi-layer and cost-balanced adaptive nonlinear control architectures are better suited for practical motor drive applications (Fravolini et al., 2016).

Against this background, existing studies emphasize that the design of adaptive motor position controllers cannot rely on a single performance criterion. Instead, a careful balance among tracking accuracy, control effort, and robustness must be established. Importantly, this balance can be systematically shaped through the structure of the cost function itself. Different cost formulations applied to the same control architecture have been shown to yield markedly different closed-loop behaviors, even when the controller structure remains unchanged (Nguyen, 2012; Shafei et al., 2021). These observations provide a strong motivation for conducting comparative analyses of adaptive gain-shaping controllers under different cost function definitions, as such studies offer valuable insights into performance trade-offs that are directly relevant to real world motor position control applications.

In this study, the performance of a TE-AGS (Tracking Error–Adaptive Gain Shaping) control structure, developed because of an experimentally obtained motor position model and founded on the principle of tracking-error-driven adaptive gain shaping, is comprehensively investigated. The proposed controller exhibits a nonlinear structure in which the proportional and integral gain components are reshaped online according to both the magnitude and dynamic characteristics of the tracking error. In this respect, it differs fundamentally from classical PID controllers, nonlinear PID formulations, and fixed-gain gain-scheduling approaches. The TE-AGS controller is characterized by four core parameters, namely Kp_0, Ki_0, α, and β, which are optimized under two distinct optimization criteria within the MATLAB/Simulink environment. The first criterion, referred to as “Cost-B,” is an error-based cost function that focuses exclusively on minimizing the tracking error and thus emphasizes fast tracking performance. The second criterion, denoted as “Cost-F,” is a filtered cost function that penalizes not only the tracking error but also the magnitude of the control signal, aiming to achieve a more balanced response with reduced overshoot and limited control effort. The controller parameters obtained under both cost functions are evaluated separately using step, multi-step, ramp, and sinusoidal reference inputs. Performance comparisons are conducted in terms of key metrics such as rise time, overshoot, steady-state error, and control effort. Through this systematic evaluation, the

influence of the cost function structure on the behavior of the TE-AGS-based motor position control system is quantitatively and visually demonstrated.

2. MATERIAL AND METHODS

The DC motor model employed in this study is represented by a linear position transfer function derived from parameters identified from the experimental system. The relationship between the motor input voltage $v(s)$and the angular position $\theta(s)$is given in Equation (1) (Demircan & Yaren, 2025).

$$\frac{\theta(s)}{v(s)} = \frac{0.0338}{9.28 \times 10^{-9}s^3 + 1.6 \times 10^{-5}s^2 + 0.001142s} \quad (1)$$

The model given in Equation (1) represents a third-order system that captures both the electrical and mechanical dynamics of the DC motor. The model is implemented in the MATLAB/Simulink environment, and all controller design and optimization studies are conducted using this representation. Considering the physical limitations of the motor drive, the input voltage is constrained within ±24 V. The MATLAB/Simulink (MathWorks, 2025) model employed in this study is shown in Figure 1.

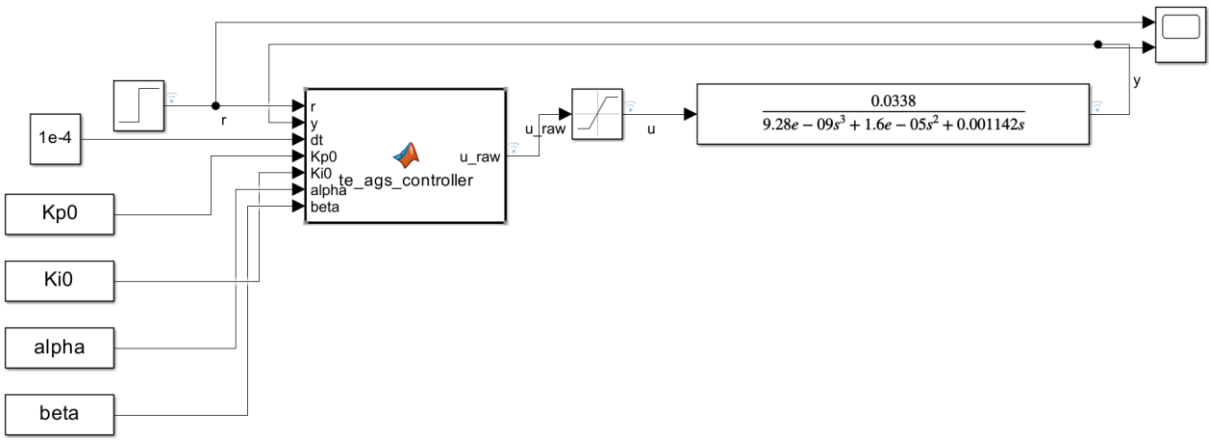


Fig. 1. Comparison of major (a) and minor (b) oxides averages with the Earth's crust average

A nonlinear control structure, referred to as TE-AGS, is proposed for DC motor position control. The TE-AGS controller is based on classical PI control architecture; however, unlike conventional approaches, it adaptively and nonlinearly reshapes the control gains according to the tracking error. The resulting control signal is defined in Equation (2).

$$u(t) = \alpha\left(K_{p0}\, e(t) + K_{i0}\int e(t)\, dt\right)\exp\left(-\beta \mid e(t) \mid\right) \quad (2)$$

In Equation (2), $e(t) = r(t) - y(t)$denotes the tracking error, while $K_{p0}$and K_{i0}represent the baseline proportional and integral gains, respectively. The parameter $\alpha$is a scaling coefficient applied to the control signal, whereas βdenotes a damping coefficient that varies as a function of the error magnitude. Owing to this structure, the control gains are increased for large tracking errors to ensure a rapid response, while the control signal is attenuated for small errors, thereby reducing overshoot and oscillatory behavior. The four parameters of the TE-AGS controller, namely K_{p0}, K_{i0}, α, and β, are tuned within an optimization framework defined in the MATLAB/Simulink environment. During the optimization process, the objective function is minimized to enhance overall system performance. The Nelder–Mead simplex method, implemented via the fminsearch function and requiring no gradient information, is employed as the optimization algorithm. In this study, two distinct optimization criteria are defined and comparatively investigated: the Error-Based Cost Function (Cost-B) and the Filtered Cost Function (Cost-F). The Cost-B formulation is a classical error-driven objective that relies solely on the tracking error and is given in Equation (3). This cost function aims to achieve fast and accurate reference tracking by minimizing the tracking error, while the magnitude of the control signal is not explicitly penalized within this structure.

$$J_B = \int_0^T | e(t) | \ dt \tag{3}$$

The Cost-F function, on the other hand, has a filtered structure that takes into account not only the tracking error but also the magnitude of the control signal, and it is defined in Equation (4). In this formulation, λrepresents the control effort weighting coefficient, which is selected as 0.01 in this study. This cost structure is designed to promote smoother control action and to improve energy efficiency.

$$J_F = \int_0^T | e(t) | \ dt + \lambda \int_0^T u^2 \, (t) \, dt \tag{4}$$

The optimization procedure is carried out exclusively under a step reference input. The optimal TE-AGS parameters obtained from this process are subsequently evaluated under step, multi-step, ramp, and sinusoidal reference signals in order to assess the generalization capability of the controller. During these tests, the controller parameters are kept fixed, and no further re-optimization is performed. Control performance is evaluated using the metrics of Overshoot (OS), Rise Time (RT), Settling Time (ST), Steady-State Error (SSE), and Control Effort (CE). These performance criteria are computed separately for the TE-AGS controllers optimized using the Cost-B and Cost-F formulations and are comparatively analyzed.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The performance outputs obtained by optimizing the TE-AGS controller under two different cost functions, namely the error-based Cost-B and the filtered Cost-F, are evaluated in detail. The optimization procedure is carried out exclusively under a step reference signal, and the fundamental transient and steady-state behaviors of the controller are examined using the resulting optimal parameters. Within this framework, key performance metrics for motor position control, including CE, OS, RT, and SSE, are comparatively analyzed. The corresponding numerical results are presented in Table 1.

Table 1. Step Signal Reference Optimization Results

Parameters	COST-B Results	COST-F Results
CE	0.1789	0.1007
OS	46.557	31.2868
RT	0.5151	0.5220
SSE	2.6542e-07	9.6450e-07

As observed from Table 1, the Cost-B and Cost-F cost functions impose distinctly different effects on the TE-AGS controller. In terms of CE, the value obtained using Cost-B is 0.1789, whereas this value decreases to 0.1007 under the Cost-F approach. This result clearly indicates that the Cost-F formulation, which explicitly incorporates the control signal magnitude into the cost function, significantly reduces the required control effort.

When the OS values are compared, a considerably high overshoot of 46.557% is obtained for Cost-B, while this value is reduced to 31.2868% for Cost-F. This behavior reveals that the error-based Cost-B formulation yields a more aggressive control action, whereas the Cost-F approach provides a more balanced and damped transient response.

In terms of RT, only a marginal difference is observed between the two approaches. The RT value is 0.5151 s for Cost-B and 0.5220 s for Cost-F. This result demonstrates that, despite the substantial improvements achieved in CE and OS, the Cost-F formulation does not significantly degrade the speed characteristics of the system.

With respect to SSE, both cost functions yield extremely low steady-state error levels. The SSE value is 2.6542×10^{-7} for Cost-B and 9.6450×10^{-7} for Cost-F. Although the Cost-B approach produces a slightly lower steady-state error, both values can be considered negligible from a practical implementation perspective.

Overall, the Cost-B cost function provides faster and more aggressive control behavior at the expense of higher overshoot and increased control effort. Figure 2 presents the CE profiles obtained under step reference input using different control signal structures based on the optimized parameters. While Cost-B-based optimization generates higher control effort in favor of rapid error suppression, Cost-F-based optimization offers a more balanced and practically applicable control behavior by achieving a better compromise between tracking performance and control energy.

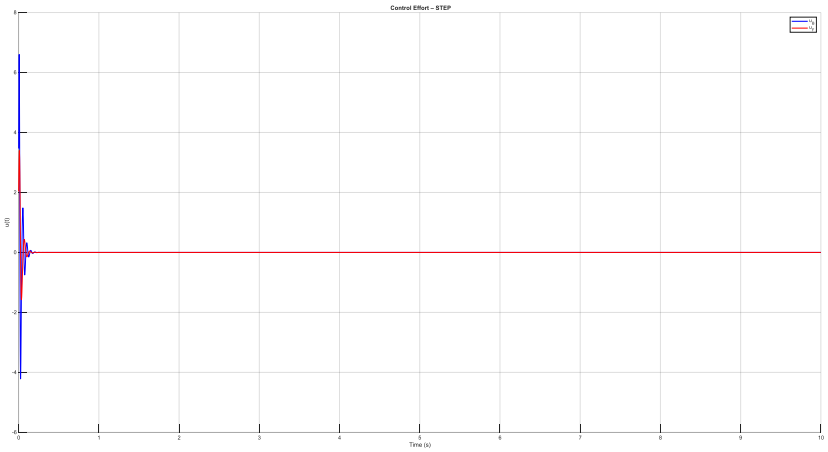


Fig. 2. Step Signal Control Effort

It is observed that the controller optimized using the Cost-B-based cost function exhibits a faster rise time; however, this rapid response is achieved at the expense of higher overshoot and short-term oscillations. In contrast, the controller optimized with the Cost-F cost function provides a smoother and more controlled response to the step input. The overshoot magnitude of the $y_F(t)$output is noticeably lower, and the oscillations occurring during the transient regime are suppressed more rapidly.

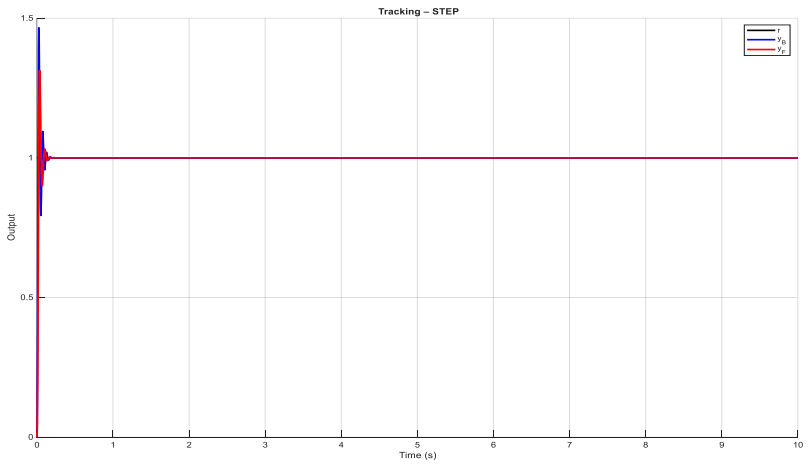


Fig. 3. Step Signal Tracking

Table 2 provides a quantitative comparison of the tracking performance of the TE-AGS controller optimized using Cost-B and Cost-F under a step reference input. Examination of the tabulated results clearly indicates that the Cost-B approach exhibits a more aggressive control characteristic. In this case, the OS reaches a value of 46.5547, whereas the OS obtained with the Cost-F approach is reduced to 31.2868. This outcome demonstrates that Cost-B-based optimization achieves faster response at the expense of significantly higher overshoot, while Cost-F-based optimization yields a more damped transient behavior.

In terms of SSE, both approaches provide extremely low error levels. The SSE is 2.6542e-07 for Cost-B and 9.5509e-07 for Cost-F. Although the Cost-B approach produces a numerically smaller SSE, both values can be regarded as negligible from a practical application perspective.

A comparison of CE values shows that the control effort decreases from 0.1787 in the Cost-B case to 0.1006 when the Cost-F approach is employed. This result clearly indicates that incorporating the control signal directly into the cost function, as in Cost-F, significantly reduces the required control effort and leads to a more energy-efficient control action.

With respect to RT, the Cost-B approach achieves a shorter RT of 0.0151 s, whereas the RT obtained with the Cost-F approach is 0.0220 s. This difference is associated with the smoother transient response produced by Cost-F-based optimization.

Table 2. Step Signal Tracking Results

Parameters	COST-B Results	COST-F Results
OS	46.5547	31.2868
SSE	2.6542e-07	9.5509e-07
CE	0.1787	0.1006
RT	0.0151	0.0220

As illustrated in Figure 4, the TE-AGS controller optimized using Cost-B is observed to generate a control signal with higher amplitude and more pronounced oscillatory behavior during the transient response. In contrast, the controller optimized using Cost-F exhibits a significantly lower control signal magnitude, with oscillations being suppressed within a shorter time interval. By explicitly penalizing the control effort within the cost function, the Cost-F approach yields a more bounded, smoother, and application-oriented control signal profile.

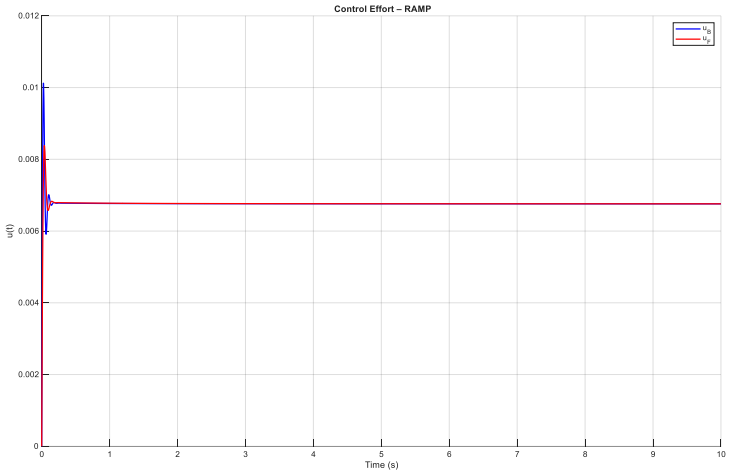


Fig. 4. Ramp Signal Control Effort

As illustrated in Figure 5, the TE-AGS controller optimized using Cost-B is observed to track the reference signal very closely through the output $y_B(t)$, although small-amplitude deviations occur at certain time intervals. In contrast, the controller optimized using Cost-F achieves a comparable tracking performance while relying on a lower and more constrained control signal magnitude.

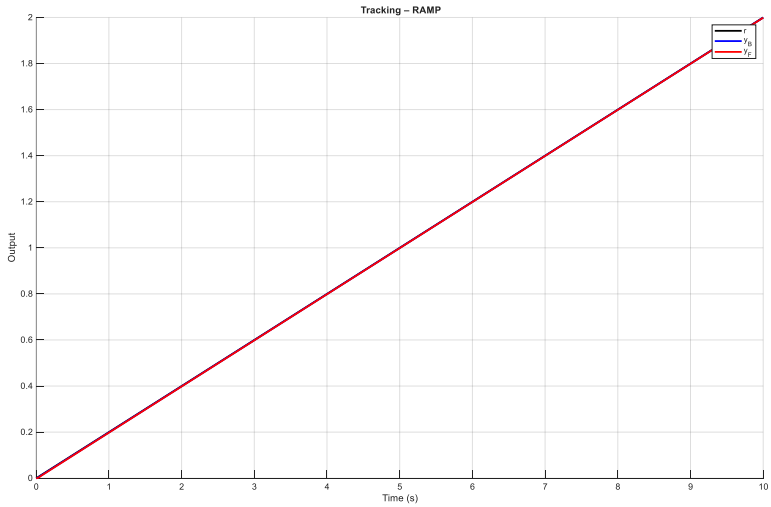


Fig. 5. Ramp Signal Tracking

Table 3. Ramp Signal Tracking Results

Parameters	COST-B Results	COST-F Results
OS	-0.0326	-0.0557
SSE	6.5213e-04	0.0011
CE	0.0676	0.0676
RT	9.0035	9.0059

As shown in Figure 6, the optimization based on Cost-B produces higher control effort in favor of faster error suppression. In contrast, Cost-F-based optimization provides a more balanced control behavior by achieving a better compromise between tracking performance and control energy, thereby offering a more application-oriented solution.

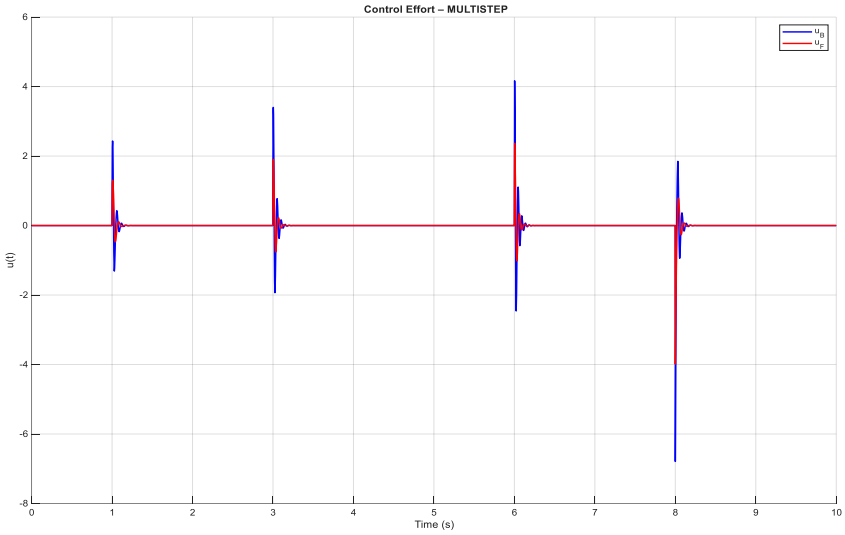


Fig. 6. Control Effort Multi Step Signal

As illustrated in Figure 7, the TE-AGS controller optimized using Cost-B exhibits higher overshoot and pronounced oscillations at each step transition. In contrast, the controller optimized with Cost-F produces more limited overshoot levels and demonstrates a more damped transient response during step changes. During transitions in which the reference level increases or decreases, the output $y_F(t)$approaches the reference signal in a more controlled manner and reaches steady state more smoothly.

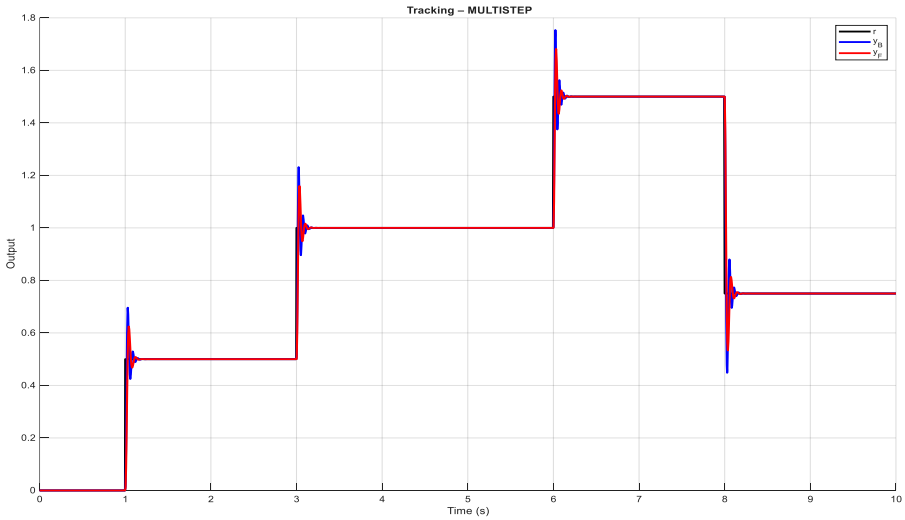


Fig. 7. Multi Step Signal Tracking

Table 4 presents a quantitative comparison of the tracking performance of the TE-AGS controllers optimized using Cost-B and Cost-F under a multi-step reference signal. The multi-step reference constitutes a more challenging test scenario, as it evaluates the controller response to successive and abrupt reference changes. When the OS values are examined, a very high overshoot of 133.7927% is observed for the controller optimized with Cost-B. In contrast, the overshoot is reduced to 124.2135% for the Cost-F-based controller. Although both approaches exhibit large overshoot values under multi-step excitation, the Cost-F optimization demonstrates a relatively more restrained transient behavior. In terms of SSE, the Cost-B approach yields a lower value of 2.9145e−07, whereas the Cost-F approach results in an SSE of 7.0356e−07. Nevertheless, both values remain extremely small and can be considered negligible for practical motor position control applications. A clear distinction is observed in CE values. The Cost-B-based controller requires a significantly higher control effort of 0.3664, while the Cost-F-based controller reduces the control effort to 0.2153. This result highlights the effectiveness of explicitly penalizing the control effort within the cost function, even under demanding multi-step reference conditions. Regarding RT, the Cost-B approach achieves a faster response with an RT of 1.0260 s, whereas the Cost-F approach exhibits a slower rise time of 3.0111 s.

Table 4. Multi Step Signal Tracking Results

Parameters	COST-B Results	COST-F Results
OS	133.7927	124.2135
SSE	2.9145e-07	7.0356e-07
CE	0.3664	0.2153
RT	1.0260	3.0111

As shown in Figure 8, the control signal generated by the TE-AGS controller optimized using Cost-B exhibits abrupt amplitude increases and sharp peaks, particularly around the zero crossings and regions with high slope of the sinusoidal reference. This behavior is a direct consequence of the aggressive control action that prioritizes instantaneous error minimization, resulting in pronounced fluctuations in the control signal. In contrast, the controller optimized with Cost-F produces a more bounded and regular control signal throughout sinusoidal tracking. The reduction in peak values and the smoother time-domain profile of the control signal naturally arise from explicitly penalizing the control effort within the cost function.

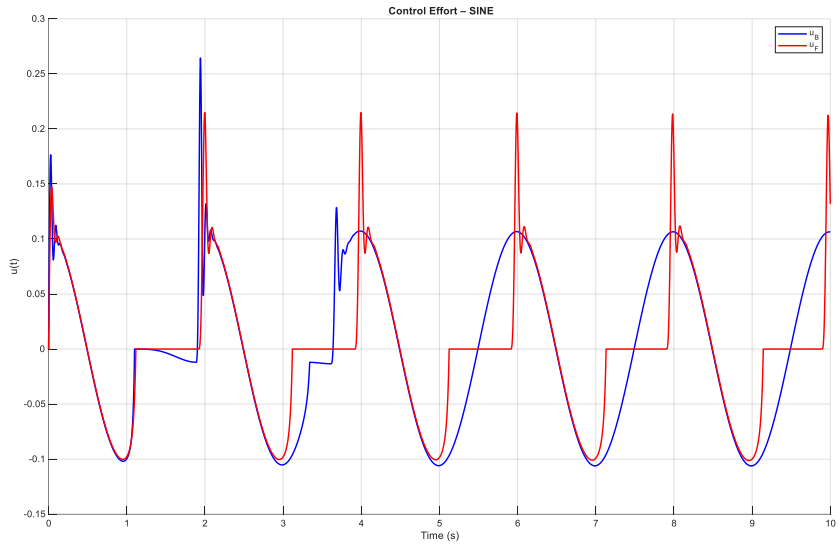


Fig. 8. Sine Signal Control Effort

As shown in Figure 9, the tracking behaviors of the TE-AGS controllers optimized using Cost-B and Cost-F exhibit noticeable differences under a sinusoidal reference signal. The controller optimized with Cost-B tracks the reference signal more closely and with faster dynamics; however, this rapid tracking results in a more aggressive response. Particularly during the negative half-cycles of the reference signal and in regions with steep slopes, the Cost-B-based controller produces sharper and more abrupt variations. In contrast, the controller optimized with Cost-F approaches the reference signal in a smoother and more balanced manner.

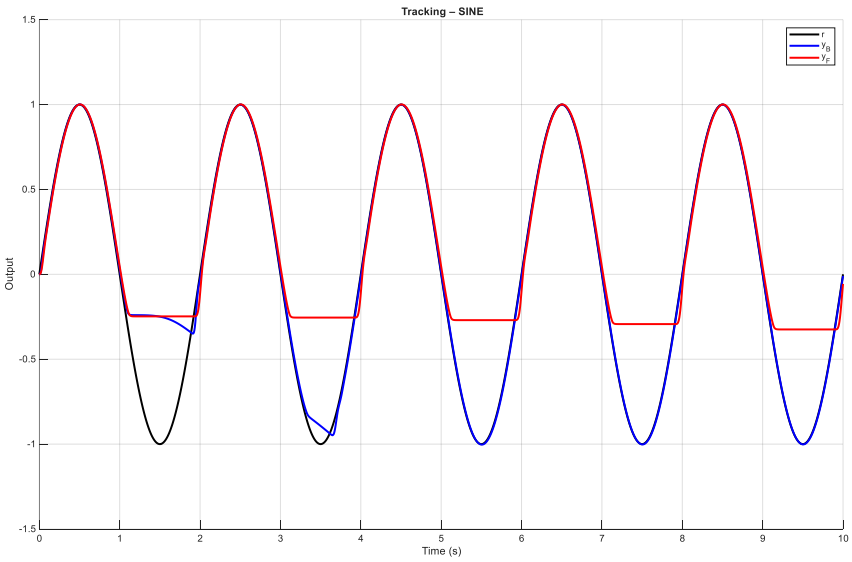


Fig. 9. Sine Signal Tracking

Table 5 presents a comparative evaluation of the tracking performance of the TE-AGS controllers optimized using Cost-B and Cost-F under a sinusoidal reference signal. Due to the continuous and periodic nature of the sinusoidal reference, the overshoot (OS) metric loses its conventional physical meaning, as it is primarily defined for step-type inputs. Accordingly, the OS values reported in Table 5 take extremely large and non-physical magnitudes for both optimization approaches. This outcome indicates that OS is not a meaningful performance indicator for sinusoidal tracking and should therefore be excluded from performance interpretation in this test scenario. In terms of SSE, the Cost-B-based controller achieves a lower value of 0.0094, whereas the Cost-F-based controller yields an SSE of 0.0565. This result suggests that the error-based Cost-B approach provides closer tracking of the sinusoidal reference, while the Cost-F approach exhibits a more conservative tracking behavior.

A clear difference is observed in CE values. The controller optimized using Cost-B produces a significantly higher control effort of 0.6305, whereas the Cost-F-based controller reduces the control effort to 0.4327.

Table 5. Sine Signal Tracking Results

Parameters	COST-B Results	COST-F Results
OS	-8.1698e16	8.1719e16
SSE	0.0094	0.0565
CE	0.6305	0.4327

CONCLUSIONS

In this study, the performance of the TE-AGS controller, developed based on an experimentally obtained motor position model, is comprehensively investigated under two different optimization approaches. The approaches considered consist of an error-based cost function relying solely on the tracking error (Cost-B) and a filtered cost function that penalizes not only the tracking error but also the magnitude of the control signal (Cost-F). For both cost functions, the controller parameters are optimized using the same motor model, and the resulting controller gains are subsequently tested under different reference scenarios without any further retuning.

The results obtained from the step reference test indicate that the TE-AGS controller optimized using Cost-B achieves a shorter RT; however, this improvement is attained at the expense of high OS (approximately 46.6%) and increased CE (approximately 0.1789). In contrast, the controller optimized with Cost-F exhibits a significantly reduced OS (approximately 31.3%),

lower CE (approximately 0.1007), and maintains SSE at low levels. These observations demonstrate that the filtered cost function yields a more balanced transient response.

Under the multi-step reference scenario, both controllers are able to track the reference changes successfully. Nevertheless, the Cost-B-based approach results in considerably higher OS values (approximately 133.8%) together with increased CE. Although the Cost-F approach also produces relatively high OS values (approximately 124.2%), it limits the control signal amplitude and exhibits a more stable tracking behavior. These findings suggest that Cost-F-based optimization is more suitable from a system safety perspective under abrupt and successive reference changes. In ramp reference tests, both controllers successfully track the reference with nearly zero OS. However, the SSE obtained with the Cost-F approach is observed to be higher than that of Cost-B. This behavior indicates that the filtered cost function generates a more conservative control action for smoothly varying reference profiles rather than rapidly changing ones. In terms of CE, both approaches yield comparable levels. The sinusoidal reference tests provide critical insights into the controller performance under dynamic and continuously varying reference conditions. In these tests, the Cost-B approach generates high-amplitude control signals, leading to numerically excessive and practically meaningless OS values. In contrast, the Cost-F approach achieves smoother tracking behavior with lower CE, thereby offering a more stable and practically applicable performance in the sinusoidal regime. Overall, the obtained results demonstrate that the error-based cost function is advantageous for applications requiring fast response, albeit at the cost of high OS and increased CE. The filtered cost function, on the other hand, provides lower OS, more limited control signals, and enhanced stability, particularly under multi-step and sinusoidal reference inputs. From this perspective, the Cost-F-based TE-AGS optimization emerges as a more balanced and safer solution for real-time motor position control applications in which energy efficiency, actuator constraints, and system safety are of primary concern.

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

Cao, C., & Hovakimyan, N. (2006). Design and Analysis of a Novel $\mathcal{L}_1$ Adaptive Control Architecture with Guaranteed Transient Performance. *IEEE Transactions on Automatic Control*, *53*(2), 586–591. https://doi.org/10.1109/TAC.2007.914282

Demircan, B., & Yaren, T. (2025). Effect of Filtering Techniques on the Derivative Term in Fuzzy Logic Controller for DC Motor Position Control. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *15*(3), 872–888. https://doi.org/10.21597/JIST.1592544

Fravolini, M. L., Yucelen, T., Gruenwald, B., Dogan, M., & Napolitano, M. R. (2016). *Comparison of Robust and Probabilistic LMI-Based Design of Adaptive Flight Controllers with Uncertain Input Dynamics*. https://doi.org/10.2514/6.2016-1381

Hameed, M. J., Rehan, M., Iqbal, M., Hussain, M., Saqib, N. us, & Iqbal, J. (2023). Static anti-windup compensator design for locally Lipschitz systems under input and output delays. *PLOS ONE*, *18*(4), e0283734. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0283734

Ma, T., & Cao, C. (2019). L1 adaptive output-feedback control of multivariable nonlinear systems subject to constraints using online optimization. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, *29*(12), 4116–4134. https://doi.org/10.1002/RNC.4597

MathWorks. (2025). *Simulink - Simulation and Model-Based Design - MATLAB*. https://www.mathworks.com/products/simulink.html

Nguyen, N. T. (2012). ptimal contr Optimal control modification for r ol modification for robust adaptiv obust adaptive contr e control with lar ol with large adaptive gain . *Systems & Control Letters*, *61*, 485–494. https://doi.org/10.1016/j.sysconle.2012.01.009

Rampeltshammer, W., Keemink, A., Sytsma, M., van Asseldonk, E., & van der Kooij, H. (2023). Evaluation and Comparison of SEA Torque Controllers in a Unified Framework. *Actuators 2023, Vol. 12, Page 303*, *12*(8), 303. https://doi.org/10.3390/ACT12080303

Shafei, H. R., Bahrami, M., & Talebi, H. A. (2021). Design of adaptive optimal robust control for two-flexible-link manipulators in the presence of matched uncertainties. *Journal of Vibration and Control*, *27*(5–6), 612–628. https://doi.org/10.1177/1077546320932028

SİSAL KİLİMLERDE ASİMETRİK VE AMORF KENAR FORMLARININ UYGULANMASI

Ece Nisa ÇELİK
Dokuteks Tekstil (Koza Halı Tasarım Merkezi), 83104, Başpınar, Gaziantep
ORCID: 0009-0006-9200-9513
Betül TURAN
Dokuteks Tekstil (Koza Halı Tasarım Merkezi), 83104, Başpınar, Gaziantep
ORCID: 0009-0004-4346-9375
Dr. Öğr. Üyesi Gülbin FİDAN
Gaziantep Üniversitesi, Naci Topçuoğlu MYO, 83204, Başpınar, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-7958-2626

ÖZET

Yapılan çalışmada, makine halıcılığı sektöründe geleneksel halı formlarının dışına çıkılarak mekân estetiği ve kullanıcı deneyimi açısından farklı bir bakış açısının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bakış açısı doğrultusunda, halıdaki alışılmış dikdörtgen form anlayışı yerine asimetrik ve amorf kenar kesimlerinin ön plana çıktığı, modern sanatın soyut dışavurumculuk akımı ve organik form anlayışlarından esinlenen, çağdaş bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu durum, halının yalnızca bir zemin kaplaması olarak değil, mekân içerisinde görsel hareket ve derinlik yaratan bir tasarım objesi olarak yer almasını sağlanmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkarılan sisal kilim koleksiyonunda, soyut dışavurumculuğun biçimsel özgürlük ilkesiyle, organik formun doğadan ilham alan yapısı birleşerek geleneksel geometrik düzen anlayışının ötesine geçen özgün tasarımlar ortaya koyulmuştur. Sisal dokuma tekniği kullanılarak üretilen kilimlerin dokuma işlemi tamamlandıktan sonra, bezayağı örgü yapısındaki dış kısımlar konfeksiyon aşamasında kesilerek asimetrik ve amorf kenar yapıları elde edilmiştir. Böylelikle, geleneksel dokuma yapısı kullanılmasına rağmen modern bir anlayışa sahip, estetik ve teknik açıdan farklı bir ürün grubu geliştirilmiştir. Tasarlanan kilimlerde atkı ipliği olarak fibrize polipropilen, çözgü ipliği olarak ise BCF polipropilen iplikler kullanılmıştır. Fibrize polipropilen ipliklerin sert yüzey dokusu, kilimlerin iç ve dış mekanlarda stabil formda kalabilmesine olanak sağlamıştır. Sonuç olarak, geleneksel sisal dokuma estetiği, çağdaş form anlayışı ile birleştirilerek farklı mekânlara uyum sağlayabilen, estetik ve işlevsel bir tasarım yaklaşımı ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sisal kilim, asimetrik, amorf, polipropilen

INTEGRATION OF ASYMMETRIC AND AMORPHOUS EDGE MORPHOLOGIES IN SISAL RUG CONSTRUCTION

ABSTRACT

This study aims to develop a new perspective on living space aesthetics and user experience by exploring alternatives to traditional carpet forms in the machine-made carpet industry. In line

with this perspective, a contemporary design approach was developed, inspired by the abstract expressionism movement and organic form concepts of modern art, where asymmetrical and amorphous edge cuts come to the fore instead of the conventional rectangular form concept of the carpet. This approach ensures that the carpet is not only a floor covering but also a design object that introduces visual movement and depth within the space. The sisal rug collection that emerged as a result of the study combines the formal freedom principle of abstract expressionism with the nature-inspired structure of organic form, creating original designs that go beyond the traditional understanding of geometric order. After the weaving process of rugs produced by using the sisal weaving technique was completed, the outer parts of the plain weave structure were cut during the finishing department to obtain asymmetrical and amorphous edge structures. Thus, despite using a traditional weaving structure, a product group with a modern understanding and different aesthetics and technical aspects has been developed. In the designed rugs, fibrillated polypropylene yarns were used as weft yarns and BCF polypropylene yarns were used as warp yarns. The hard surface texture of fibrillated polypropylene yarns allows the rugs to remain stable in indoor and outdoor spaces. As a result, an aesthetic and functional design approach that can adapt to different spaces has been created by combining traditional sisal weaving aesthetics with a contemporary understanding of form.

Keywords: Sisal rug, asymmetric, amorphous, polypropylene

1. GİRİŞ

Doğa, insanın ilk yaşam alanı olması ve sınırsız fikirler sunan öğretici bir kaynak niteliği taşımasından dolayı, tasarımcılar açısından her zaman güçlü bir esin kaynağı olmuştur (Öner ve Satıcı, 2024). Tasarımcı, doğadan aldığı ilhamı, yaptığı tasarımlara doğrudan aktarmaz; aksine form, işlev ve malzeme gibi açılardan kapsamlı bir analizden geçirerek soyutlamakta ve yeniden yorumlamaktadır. İnsan beyninin doğal örüntü ve biçimleri yaşamın sembolleri olarak algılaması, bu organik formların kullanıldığı mekânlarda huzur yaratmayı mümkün kılmaktadır. Bu nedenle tasarımcılar, doğadaki biyolojik formları dönüştürerek özgün tasarımlar üretmektedir (Tezgör ve Aytin, 2022). Birçok alanda olduğu gibi halı yüzeylerinde de doğadan esinlenilen tasarımlar, tarihteki ilk halı olan Pazırık Halısı'ndan bu yana kullanılmaktadır. Geleneksel halı tasarımı, uzun süre boyunca dikdörtgen gibi standart geometrik şekiller ile sınırlı kalmıştır. Bu durum, mekân tasarımında estetik çeşitlilik ve kullanıcı deneyimi açısından belirli kısıtlamalar yaratmaktadır. Halıların yalnızca zemin kaplaması olarak algılanması, mekânın görsel etkileşim yaratan özelliğini sınırlamakta ve kullanıcı ile mekân arasındaki etkileşimi azaltmaktadır. Bu çalışmada, sanatsal bağlamda

doğanın temel alındığı organik form anlayışından ve modern sanatın soyut dışavurumculuk akımından esinlenilmiştir.

Soyut dışavurumculuk, geleneksel geometrik düzenleri ve simetri anlayışını aşarak, sanatçının içsel algısını ve mekânsal duygusunu doğrudan biçim ve renk üzerinden ifade etmesine olanak tanımaktadır. Form, derinlik ve perspektif oluşturmak için bir araç haline gelerek modern sanatta görülen 'Soyut Dışavurumculuk' akımında kilit rol oynamıştır (Şimşek, 2023). Doğadan esinlenen, kesintisiz ve akışkan biçimlerin tasarımda kullanılmasını savunan bu anlayış, yapay geometrik sınırlamalardan bağımsız olarak formun kendiliğinden gelişmesini teşvik etmektedir. 20. Yüzyılda ortaya çıkan soyut dışavurumculuk, sanatçıların kendilerini renk ve şekillerle ifade ettiği bir akımdır. Akımın en önemli temsilcilerinden biri olan Jackson Pollock'un yere serdiği geniş tuval üzerine, delikler açtığı teneke kutulardan boyaları damlatıp yüzeylere saçarak duyguları lekeli bir yaklaşımla tuvallerine aktararak oluşturduğu çalışması Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Jackson Pollock, Sonbahar Ritim – No. 30, 266.7 x 525.8 cm., 1950 (Karabaş ve Yıldız, 2016)

Soyut dışavurumculuğun önemli temsilcilerinden olan Mark Rothko'nun Şekil 2'de görünen eserinde de figüratif olmayan, soyut ve sürreal bir atmosfer taşıyan kompoziyonu görülmektedir.



Şekil 2. Mark Rothko, Slow Swirl at the Edge of the Sea (https://www.themagger.com/)

Organik formlardan etkilenen ve soyut dışavurumculuk sanat akımımdan destek alan bu çalışmada, geleneksel halı tasarım anlayışının sınırlarını aşarak, mekân estetiği ve kullanıcı deneyimi açısından yenilikçi bir yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL METOT

Çalışma kapsamında hazırlanan koleksiyonda, makine halıcılığı sektöründe geleneksel halı formlarının dışına çıkarak mekân estetiği ve kullanıcı deneyimi açısından farklı bir bakış açısı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu bakış açısı doğrultusunda, halıdaki alışılmış dikdörtgen form anlayışı yerine asimetrik ve amorf kenar kesimlerinin ön plana çıktığı çağdaş bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir. Böylelikle, halının yalnızca bir zemin kaplaması olarak değil, mekân içerisinde görsel hareket ve derinlik yaratan bir tasarım objesi olarak mekânlarda yer alması sağlanmıştır. Çalışmanın esin kaynağını, modern sanatın soyut dışavurumculuk akımı ve organik form anlayışı oluşturmaktadır. Koleksiyonda, soyut dışavurumculuğun biçimsel özgürlük ilkesiyle, organik formun doğadan ilham alan yapısı birleşerek geleneksel geometrik düzen anlayışının ötesine geçen özgün tasarımlar ortaya koyulmuştur. Koleksiyon, sisal dokuma tekniği kullanılarak tasarlanmıştır ve bu teknik dahilinde üretilen halılar makine halıcılığı sektöründe sisal kilim olarak adlandırılmaktadır. Sisal kilimler, yapısında hav yüzeyi bulunmayan ve genellikle jüt elyafı kullanılarak üretilen halılara verilen genel bir isim olarak tanımlanabilmektedir. Tasarlanan kilimlerin sisal dokuma tekniği kullanılarak dokunması, yüzey doku ve formunu özgün bir biçimde şekillendirmeye olanak sağlamıştır. Tasarımlarda amorf kenar yapısının elde edilebilmesi için, desenlerin dış kısımları bezayağı temel örgü yapısı kullanılarak dokuma işlemi tamamlanmıştır. Dokuma sonrasında bezayağı örgü kısımları konfeksiyon departmanında kesilerek halı kenarlarına asimetrik bir form verilmiştir. Böylelikle, dokuma tekniği ile asimetrik form yapısı birleşerek, hem estetik hem de fonksiyonel açıdan yenilikçi bir çalışma ortaya çıkarılmıştır. Tasarlanan kilimler yalnızca görsel objeler olmaktan öte, mekânın atmosferini dönüştüren ve kullanıcı ile etkileşimli bir deneyim sunan tasarım ürünleri olarak ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında tasarlanan kilimlere dayanıklılık ve estetik özellikler kazandırması amacıyla atkı ipliği olarak 4100 denye fibrize polipropilen iplikler kullanılmıştır. Fibrize polipropilen iplikler, polipropilen film veya bantların mekanik olarak fibrillasyonu sonucu elde edilen ve çok sayıda ince filamentten oluşan yüksek yüzey alanlı bir yapıya sahiptir. Bu yapı, ipliğin halı zeminine stabilite sağlamasına olanak tanımaktadır. Fibrize polipropilen ipliklerin başlıca avantajları arasında düşük üretim maliyeti, hidrofobik yapısı sayesinde su ve leke direnci, boyutsal kararlılık ve çevresel etkilere karşı yüksek dayanım yer almaktadır. İç mekân uygulamalarında fibrize polipropilen iplikler, polipropilen lifinin düşük yoğunluğu sayesinde halının hafifliğini artırırken, ekonomik üretim

ve kolay bakım avantajı sunmaktadır. Dış mekân uygulamalarında ise nem ve mikroorganizmalara karşı dayanıklılığı sayesinde uzun kullanım ömrü sağlamaktadır. Polipropilenin düşük maliyet, hafiflik, kolay temizlenebilirlik, leke tutmama gibi avantajlarını sisal kilim bünyesinde bulundurabilmek amacıyla çözgü ipliği olarak da 5000 dtex BCF polipropilen iplikler kullanılmıştır.

Sisal kilimlerin tasarım aşamasında, amorf ve asimetrik kesim anlayışının tasarım kriterleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çağdaş ve geleneksel halı örnekleri incelenmiş ve Şekil 3'te görülen moodboard çalışması yapılmıştır.



Şekil 3. Tasarım sürecinde hazırlanan desen moodboardı

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

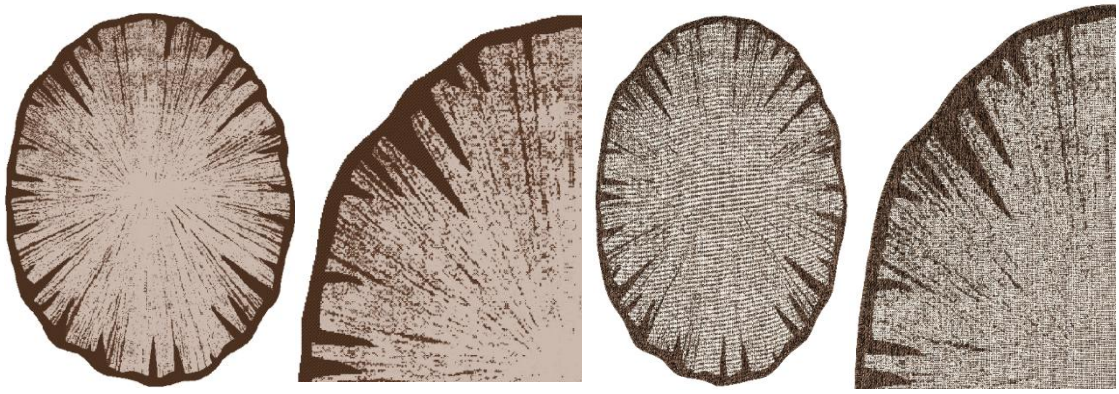
Sisal kilimlerin amorf kenar kesimleri ve dokuma teknikleri, dış mekânlarda dayanıklılık ve estetik bütünlüğü sağlarken, iç mekânlarda konfor ve görsel estetiği ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda koleksiyon, hem ev, ofis ve sosyal alanlarda hem de bahçe, teras ve kamusal açık alanlarda uygulanabilir bir nitelik kazanmıştır. Böylece kullanıcılara, mekânın fonksiyonel ihtiyaçlarına uygun, estetik ve yaratıcı bir alternatif olanağı sunulmuştur.

Tasarım sürecinde modern sanatın soyut dışavurumculuk akımı ve organik form yaklaşımı referans alınmıştır. Soyut dışavurumculuk bireysel ifade ve biçim özgürlüğünü ön plana çıkarırken; organik form yaklaşımı doğadan ilham alan akışkan ve kendiliğinden gelişen yapıların kullanımını teşvik etmiştir. Bu iki yaklaşım, sisal kilimlerin amorf yapısının mekân ile uyumlu ve etkileşimli biçimde tasarlanmasını sağlamıştır. Çalışma, tasarım estetiği, üretim

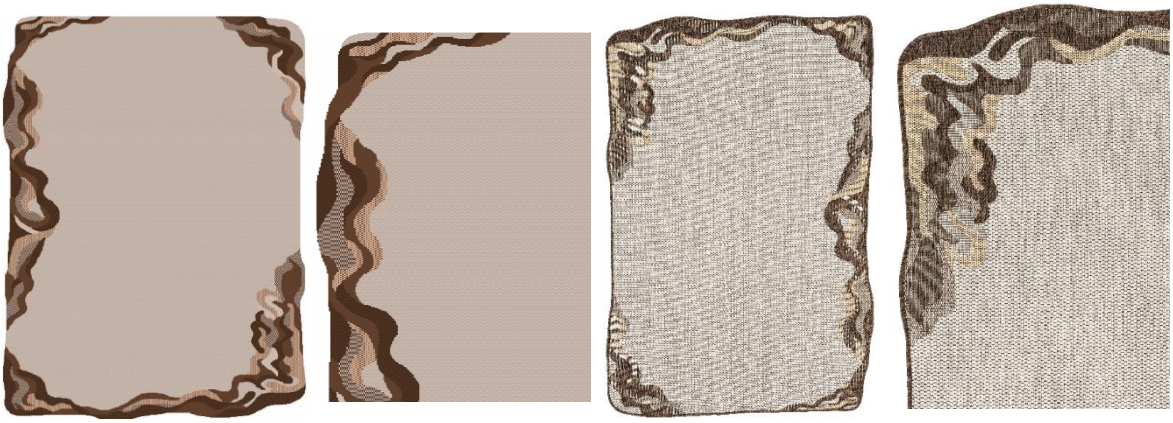
teknikleri ve fibrize iplik gibi farklı ipliklerin kullanımını bütüncül şekilde birleştirmektedir. Bu birleşim, tasarlanan sisal kilimlerde mekânla etkileşim ve fonksiyonellik yaratılmasını mümkün kılmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen koleksiyonun tasarım ve üretilen halı görselleri Şekil 4-8 arasında yer almaktadır.



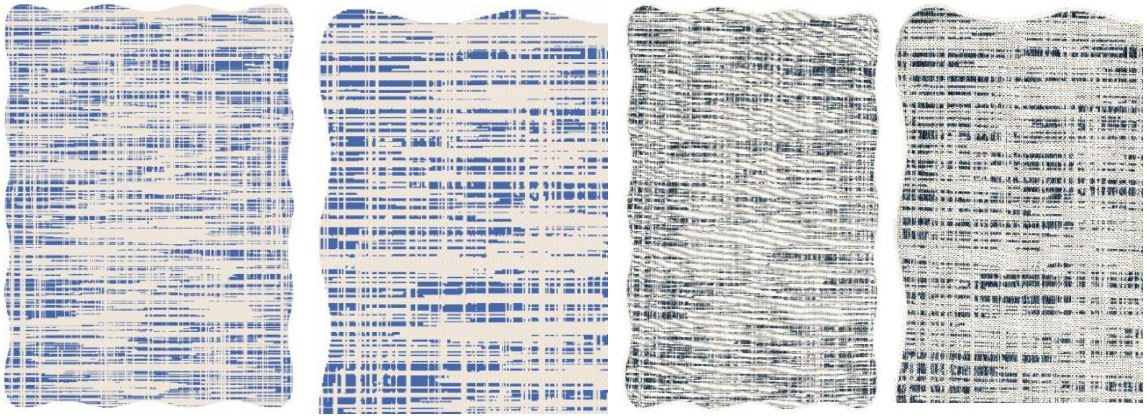
Şekil 4. Klasik tarzda tasarlanan sisal kilim görseli



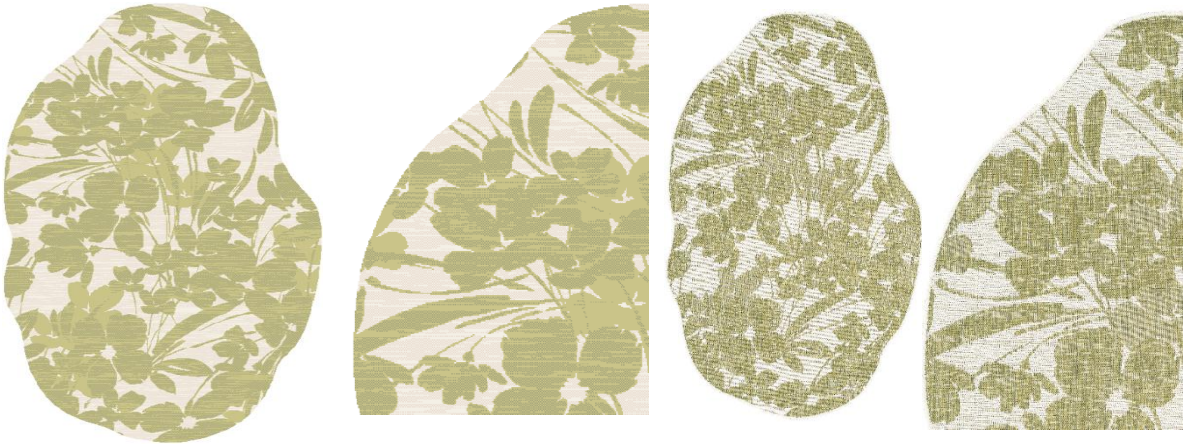
Şekil 5. Biyofilik tarzda tasarlanan sisal kilim görseli



Şekil 6. Modern tarzda tasarlanan sisal kilim görseli



Şekil 7. Abstract tarzda tasarlanan sisal kilim görseli



Şekil 8. Floral tarzda tasarlanan sisal kilim görseli

SONUÇ

Modern sanatın soyut dışavurumculuk akımı, bireysel ifade özgürlüğü ve geometrik sınırların aşılması gibi kavramlarla tasarım dünyasına ilham vermektedir. Ancak bu yaklaşım, özellikle dokuma ve halı tasarımı gibi uygulamalı tasarım alanlarına yeterince yansımamaktadır. Bu eksiklik, estetik ve fonksiyonel açıdan yenilikçi ürünler geliştirme gerekliliğini ortaya koymakla birlikte mekân estetiğini zenginleştirecek, kullanıcı deneyimini artıracak ve tasarımda yenilikçi çözümler sunacak alternatif yaklaşımlara ihtiyaç doğmuştur. Günümüz iç ve dış mekân tasarımında, kullanıcıların estetik, fonksiyonel ve deneyimsel beklentileri artmaktadır. Halıların mekân ile etkileşimli, farklı perspektifler sunan ve mekânın atmosferini dönüştüren tasarım objeleri olarak geliştirilmesi, iç ve dış mekânlarda hem görsel bütünlüğü hem de kullanıcı memnuniyetini sağlaması açısından önem arz etmektedir. Koleksiyonun asimetrik ve amorf kenar kesimleri yapılarak üretilmesi, bu ihtiyaca doğrudan yanıt vermiş ve

hem estetik hem de uygulama açısından yenilikçi çözümler sunmuştur. Çalışma, bu ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmiş ve dikdörtgen formdaki geleneksel halı tasarımının sınırlarını aşarak farklı tasarım süreçlerine özgün katkılar sunmayı hedeflemiştir.

KAYNAKÇA

Öner, H., Satıcı, B. (2024). Doğal formların mimari tasarım üzerindeki etkileri, Journal of Technology and Applied Sciences 7(2), 117-143, DOI: 10.56809/icujtas.1469908.
Tezgör, DG., Aytin, B. (2022). Biyomorfik form ve örüntülerden esinlenen tasarımlar üzerine bir stüdyo deneyimi, Sanat Eğitimi Dergisi, 10/1, 33–45. doi: 10.7816/sed-10-01-03.
Şimşek, S. (2023). 1945 sonrası ABD sanatında renk, yüzey ve form ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
Karabaş, P., Yıldız, G. (2016). Soyut dışavurumculuk akımı kapsamında renk alanı resimleriyle Mark Rothko, International Journal of Cultural and Social Studies, 2(2), 351-365.
https://www.themagger.com/, Erişim Tarihi: 04.12.2025.

YANGIN GÜVENLİĞİNDE DOĞRU YALITIMIN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Öğr. Gör. Uğur MAZLUM
Gümüşhane Üniversitesi, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane
ORCID: 0000-0003-4916-5992
Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN
Gümüşhane Üniversitesi / Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane
ORCID: 0000-0001-9901-2703

ÖZET

Yangınlar, yapılar üzerinde büyük yapısal ve can güvenliği tehditleri oluşturmakta; bu nedenle yangın güvenliği, çağdaş yapı tasarımının vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmektedir. Yangına karşı alınan önlemler, genel olarak aktif (yangın söndürme sistemleri, dedektörler, sprinkler) ve pasif (yangına dayanıklı yapı elemanları ve yalıtım sistemleri) olarak iki ana başlıkta sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, özellikle pasif yangın güvenliği kapsamında yalıtım sistemlerinin önemi ele alınmakta ve yapı güvenliği üzerindeki etkileri disiplinler arası bir yaklaşımla incelenmektedir.

Makale boyunca, yangına dayanıklı yalıtımın temel işlevleri (alev yayılımının sınırlandırılması, duman geçişinin önlenmesi, ısıl direnç sağlanması) detaylı bir şekilde açıklanmakta; farklı yapı türlerine (hastaneler, eğitim kurumları, AVM'ler, yüksek yapılar, sanayi tesisleri) özgü riskler ve çözüm önerileri sunulmaktadır. Ayrıca ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde doğru malzeme seçiminin, uygulama kalitesinin ve denetim süreçlerinin önemi vurgulanmaktadır. Gerçek yangın örnekleri ve teknik karşılaştırmalar üzerinden yalıtım sistemlerinin eksik ya da hatalı uygulanmasının nasıl büyük çaplı kayıplara yol açtığı gösterilmiştir.

Yapılan incelemeler, yangına karşı etkili yalıtım uygulamalarının yalnızca bir enerji verimliliği aracı değil, aynı zamanda birincil bir güvenlik bariyeri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, mimarlar, mühendisler, yatırımcılar ve denetim kuruluşları başta olmak üzere tüm paydaşların yangın güvenliği odaklı tasarım ve uygulama anlayışını benimsemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, yalıtım sistemlerinin yangın güvenliği açısından kritik rolünü bilimsel ve uygulamalı verilerle destekleyerek, yapı sektöründe bu konuda farkındalık oluşturmak ve sürdürülebilir güvenlik politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yalıtım, Yangın, Güvenlik Tedbirleri

AN EXAMINATION OF THE IMPORTANCE OF PROPER INSULATION IN FIRE SAFETY

ABSTRACT

Fires pose significant structural and life safety threats to buildings; therefore, fire safety has become an indispensable component of contemporary architectural design. Preventive measures against fire are generally classified into two main categories: active systems (fire suppression systems, detectors, sprinklers) and passive systems (fire-resistant building elements and insulation systems). This study focuses particularly on the importance of insulation systems within the scope of passive fire protection and examines their impact on building safety through an interdisciplinary approach.

Throughout the paper, the fundamental functions of fire-resistant insulation—such as limiting flame spread, preventing smoke transmission, and providing thermal resistance—are explained in detail. Risks specific to different building types (hospitals, educational institutions, shopping malls, high-rise structures, and industrial facilities) are analyzed, and tailored solutions are proposed. Furthermore, the significance of proper material selection, quality of application, and inspection processes within the framework of national and international standards is emphasized. Real fire case studies and technical comparisons demonstrate how inadequate or faulty implementation of insulation systems can lead to large-scale losses.

The findings reveal that effective fire insulation practices serve not only as a tool for energy efficiency but also as a primary safety barrier. In this context, it is concluded that architects, engineers, investors, and regulatory authorities must adopt a fire-safety-oriented design and implementation perspective.

The aim of this study is to highlight the critical role of insulation systems in fire safety, supported by scientific and practical data, thereby raising awareness in the construction sector and contributing to the development of sustainable safety policies.

Keywords: Insulation, Fire, Safety Measures

1. GİRİŞ

Yangınlar, özellikle kapalı alanlarda hızla gelişerek geri döndürülemez hasarlara yol açabilen çok boyutlu afetlerdir. Yapıların tasarımında yangın güvenliği; aktif sistemler (sprinkler, algılama sistemleri) kadar pasif koruma stratejilerini de içermelidir. Stratejileri güvenliği stratejileri içinde yalıtım, yapı elemanlarını yüksek sıcaklığa karşı korumada ve yangının yayılımını sınırlandırmada temel bir araçtır.

Yalıtım, enerji verimliliği için yaygın olarak kullanılsa da yangın güvenliği perspektifiyle tasarlanmadığı takdirde potansiyel olarak risk oluşturabilir. Özellikle yanıcı cephe sistemleri,

hatalı yalıtım uygulamaları ve sertifikasız malzeme kullanımı, geçmişte yaşanan yangın facialarının başlıca sebeplerindendir (Yılmaz & Karakaya, 2020; Öztürk & Aydın, 2021).

2. YANGINA DAYANIKLI YALITIMIN BİLİMSEL TEMELLERİ

2.1. Termal İletkenlik ve Yangın Direnci

Yalıtım malzemelerinin yangın direnci, öncelikle termal iletkenlik katsayısı (λ), erime sıcaklığı, yanıcılık derecesi ve duman oluşturma potansiyeli ile değerlendirilir (Drysdale, 2011; Babrauskas, 2003). Yangına dayanıklı bir yalıtım malzemesi:

- 1000°C üzeri sıcaklıklara direnç göstermeli,
- Alev yürütmemeli,
- Duman ve zehirli gaz üretmemelidir.

2.2. Malzeme Sınıflandırması (EN 13501-1)

Malzemeler, Avrupa Birliği standardı olan EN 13501-1'e göre A1'den F'ye kadar yangına tepkisine göre sınıflandırılır (TSE, 2014):

- A1: Hiç yanmaz
- A2: Zor alevlenir
- B-F: Artan yanıcılık

Yangın yalıtımı açısından A1 ve A2 sınıfı malzemelerin tercih edilmesi elzemdir.

3. YANGINA DAYANIKLI YALITIM MALZEMELERİ VE SİSTEMLERİ

3.1. Taş Yünü

- Doğal bazalt ve diyabaz taşlarının ergitilerek elyaf haline getirilmesiyle elde edilir (FM Global, 2018).
- Erime sıcaklığı> 1000°C
- A1 sınıfı, yanmaz
- Genellikle dış cephe, döşeme altı ve duvar içlerinde kullanılır

3.2. Seramik Elyaflar

- 1200-1400°C sıcaklığa dayanır
- Özellikle endüstriyel fırınlar, bacalar ve petrokimya tesislerinde kullanılır (Buchanan & Abu, 2017).
- Maliyetlidir ancak yüksek performans sağlar

3.3. Intümesan Boyalar ve Kaplamalar

- Yangın sırasında genleşerek karbon bazlı bir yalıtım köpüğü oluşturur
- Çelik yapıların yangın dayanımını artırır (Kodur & Dwaikat, 2008).
- Estetik ve ince uygulamalar için idealdir

3.4. Kompozit Paneller

- Alüminyum kompozit panellerde kullanılan yalıtım dolgularının yangın dayanımı büyük önem taşır
- PE (polietilen) dolgulu paneller yüksek risklidir
- A2 veya A1 sınıfı dolgular (örneğin mineral dolgulu) tercih edilmelidir

4. YANGIN SENARYOLARINDA YALITIMIN DAVRANIŞI

Yalıtım sistemleri yangının farklı evrelerinde farklı roller oynar:

4.1. Başlangıç Evresi (0-5 dakika)

- Yanıcı malzeme varsa tutuşma hızlanır
- Yanmaz yalıtım varsa yangının büyümesi gecikir (Drysdale, 2011).

4.2. Yayılma Evresi (5-10 dakika)

- Alevlerin komşu bölgelere geçmesi engellenebilir
- Yangın bölgelendirmesi yalıtımla sağlanır

4.3. Tam Gelişme ve Çökme Evresi (10-20 dakika sonrası)

- Betonarme ve çelik elemanların sıcaklık sınırı aşılmadan korunması sağlanır
- Yapının çökmesini geciktirir veya önler

5. UYGULAMA HATALARI VE RİSK ANALİZİ

Yanlış yalıtım uygulamaları şu sorunları doğurur:

- Yanıcı dolgu malzemesi kullanımı (örneğin EPS, XPS gibi düşük yangın direncine sahip köpükler)
- Tesisat geçişlerinde yalıtımın kesilmesi (yangın durdurucuların eksikliği)
- Cephe havalandırma boşluklarında yalıtım eksikliği
- Uygun test sertifikası olmayan ürünler

Bu hatalar, özellikle yüksek yapılarda “baca etkisiyle yangının dikey olarak hızla yayılmasına neden olabilir. (FM Global, 2018; Öztürk & Aydın, 2021).”

6. MEVZUAT, STANDARTLAR VE ULUSLARARASI UYGULAMALAR

6.1. Türkiye’deki Yasal Çerçeve (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)

- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (2023 güncellemesi)
- TS EN 1366: Servis geçişlerinin yangın dayanım testleri (CEN, 2007).
- TS CEN/TS 1187: Çatı kaplama sistemlerinin yangın testi
- TS EN 13501-2: Yangına dayanım sınıflandırmaları

6.2. Uluslararası Standartlar

Uluslararası alanda NFPA 5000 ve IBC standartları öne çıkar (NFPA, 2021; ICC, 2021).

- NFPA 285 (ABD): Dış cephe sistemleri için yangın test standardı
- ISO 834: Yangın test eğrisi (zaman-sıcaklık)

7. STRATEJİK YALITIM YAKLAŞIMI: "YANGIN BÜTÜNLÜĞÜ" MODELİ

Yalıtım sistemlerinin yalnızca bir bileşen değil, bütünsel bir yangın güvenliği modelinin parçası olması gerekir:

1. Yangın bölgelendirmesiyle entegre yalıtım
2. Yangın durdurucu sistemlerle (mastik, yaka, kelepçe) uyum
3. Cephe sistemleri ve çatılarla yangın bariyeri oluşturma
4. Saha denetimleri ve 3. taraf sertifikasyonlarla kontrol

8. SEKTÖR BAZLI ÖNERİLER

Sektör	Yalıtım Uygulama Tavsiyesi
Konut Projeleri	Tesisat geçişlerinde yangın durdurucu yalıtım
Hastaneler	120 dakikaya kadar yangın dayanımlı duvar ve kapılar
Sanayi Tesisleri	1300°C'ye dayanıklı seramik yalıtım uygulamaları
Eğitim Yapıları	Yangın merdivenleri çevresinde kesintisiz yalıtım
Enerji Santralleri	Kablo tavaları ve boru hatları etrafında yüksek performanslı yalıtım

9. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yangın güvenliği, sadece bir felaket anında devreye giren önlemler bütünü değil; yapı tasarımından inşa sürecine, işletmeden bakım ve denetim süreçlerine kadar uzanan çok katmanlı ve sistematik bir disiplindir. Bu sistemin bel kemiğini ise pasif yangın güvenlik önlemleri oluşturur. Pasif önlemler arasında ise doğru malzeme seçimi ve uygun uygulama ile sağlanmış yalıtım sistemleri, yapının genel yangın dayanım performansını doğrudan etkiler.

Yapının herhangi bir noktasında yanlış seçilmiş veya hatalı uygulanmış bir yalıtım bileşeni, yangının bir bölgeden diğerine kontrolsüz biçimde yayılmasına, kaçış yollarının dumanla dolmasına ve en nihayetinde taşıyıcı sistemlerin çökerek tüm yapının kullanılmaz hale gelmesine neden olabilir (Yılmaz & Karakaya, 2020). Özellikle yangının ilk dakikalarında yalıtımın sağladığı termal bariyer etkisi, bina sakinlerinin tahliye edilmesi ve itfaiye ekiplerinin müdahalesi için kritik zaman kazandırır. Bu nedenle, yalıtım uygulamaları sadece "ısı yalıtımı" ya da "enerji verimliliği" bağlamında değil, yangın güvenliği mühendisliği perspektifiyle değerlendirilmelidir.

Doğru yalıtım sistemleri şu temel faydaları sağlar:

- Yangının kontrol altına alınmasını kolaylaştırır: Alevin, sıcaklığın ve dumanın geçişini sınırlayarak yangının yalnızca başladığı bölümde tutulmasına katkı sağlar.
- Can kayıplarını önler: Tahliye yollarının açık kalmasını sağlayarak bina sakinlerinin güvenli şekilde çıkışına imkân verir.
- Yapısal bütünlüğü korur: Çelik ve betonarme elemanların taşıma kapasitesini sıcaklığa karşı koruyarak yapının göçmesini önler.
- Müdahale süresini uzatır: İtfaiye ekiplerine daha uzun bir operasyon süresi sağlar.
- Ekonomik kayıpları azaltır: Yapının tamamının değil, yalnızca yangının başladığı kısmın etkilenmesini sağlayarak onarım maliyetlerini düşürür.

Ancak bu faydaların ortaya çıkabilmesi için, yalıtım sistemlerinin:

- ✓ Uygun standartlara (EN, TS, ASTM, NFPA vb.) uygun olarak test edilmiş ve belgelenmiş olması,
- ✓ Yetkin uygulayıcılar tarafından, projeye özel detaylarla sahaya doğru şekilde entegre edilmesi,
- ✓ Periyodik denetim ve bakımlarının yapılması gereklidir.

Aksi halde, sözde yangına dayanıklı gibi görünen ancak gerçekte risk taşıyan malzemeler (örneğin PE dolgulu kompozit paneller, düşük yoğunluklu köpük yalıtımlar) ciddi sonuçlara yol açabilir. Türkiye'de ve dünyada geçmişte yaşanan birçok büyük yangın, hatalı yalıtım uygulamaları ve cephe sistemleri nedeniyle felakete dönüşmüştür.

Gelecekte yangın güvenliğiyle ilgili tasarım anlayışı, sadece minimum mevzuat gereklerini yerine getirmekle sınırlı kalmamalıdır (Drysdale, 2011; Buchanan & Abu, 2017). Mimarlar, mühendisler, yatırımcılar ve denetim kuruluşları, yangın yalıtımını enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve insan güvenliği ile ele alan bütüncül bir yaklaşımı benimsemelidir. Bu kapsamda şu öneriler ön plana çıkar:

- ❖ Malzeme kütüphanelerinde yalnızca yangın testlerinden geçmiş ürünlere yer verilmelidir.
- ❖ Yapı ruhsat süreçlerinde, yangına dayanıklı yalıtım sistemleri bağımsız denetimle kontrol edilmelidir.
- ❖ Yüksek yapılarda özel cephe detayları ve baca etkisi analizi yapılmalıdır.
- ❖ Tesisat geçişleri, asansör boşlukları ve kaçış yolları, yalıtım açısından özel projelendirilmelidir.

Sonuç olarak, yangına dayanıklı yalıtım sistemleri bir lüks ya da tercihe bağlı unsur değil; insan hayatını doğrudan etkileyen, zorunlu bir güvenlik tedbiridir. Bu tedbirlerin uygulanması ise yalnızca teknik bilgiyle değil; aynı zamanda etik sorumlulukla, kamu güvenliği bilinciyle ve çok disiplinli bir iş birliğiyle mümkündür.

REFERANSLAR

Babrauskas V. (2003). Ignition of wood: A review of the state of the art. Journal of Fire Protection Engineering, 13(2), 163–189.
Buchanan AH, Abu AK. (2017). Structural Design for Fire Safety (2nd ed.). Wiley.
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (T.C.). (2015). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete: 19 Aralık 2007 – Sayı: 26735 (ve güncel değişiklikler).
Drysdale D. (2011). An Introduction to Fire Dynamics (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
European Committee for Standardization (CEN). (2007). EN 1366: Fire resistance tests for service installations. Brussels: CEN.
FM Global. (2018). Data Sheet 1-44: Fire Protection for Insulated Metal Panels. FM Approvals Technical Publications.
International Code Council (ICC). (2021). International Building Code (IBC). Country Club Hills, IL: ICC.
Kodur VKR, Dwaikat M B. (2008). Fire resistance of reinforced concrete columns: Critical review and case studies. Fire Safety Journal, 43(6), 361–374.
National Fire Protection Association (NFPA). (2021). NFPA 5000: Building Construction and Safety Code. Quincy, MA: NFPA.
Öztürk E, Aydın A. (2021). Yüksek yapılarda yangın güvenliği: Cephe yalıtımı ve baca etkisi. Yapı Malzemeleri Dergisi, 9(2), 112–128.
TSE (Türk Standardları Enstitüsü). (2014). TS EN 13501-1: Binalarda kullanılan yapı ürünlerinin yangına tepki sınıflandırması. Ankara: TSE Yayınları.
Yılmaz M, Karakaya N. (2020). Yangın güvenliği açısından cephe kaplama malzemelerinin değerlendirilmesi: Grenfell örneği. Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 17(3), 45–56.

İTFAİYE PERSONELİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA: ÇALIŞMA KOŞULLARI, İŞ MEMNUNİYETİ VE KURUMSAL AİDİYET

Öğr. Gör. Uğur MAZLUM
Gümüşhane Üniversitesi, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane
ORCID: 0000-0003-4916-5992
Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN
Gümüşhane Üniversitesi / Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane
ORCID: 0000-0001-9901-2703

ÖZET

Bu çalışmada bir büyükşehir belediyesi itfaiye teşkilatında görev yapan personelin çalışma koşulları, iş memnuniyeti, ayrımcılık algısı ve kurumsal aidiyet düzeyi anket yoluyla incelenmiştir. Ankete 200 personel katılmış olup katılımcıların %10'u kadın, %90'ı erkektir. Bulgular, kadın personelin erkeklere kıyasla kurumsal eşitlik ve memnuniyet düzeylerinin düşük olduğunu, psikolojik baskıya daha fazla maruz kaldığını ve vardiya sisteminden daha olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, kurum içi destek ve iyileştirme gereksinimlerine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: İtfaiye personeli, cinsiyetin meslekteki etkisi, mobbing, iş memnuniyeti

AN EMPIRICAL STUDY ON FIREFIGHTING PERSONNEL: WORKING CONDITIONS, JOB SATISFACTION, AND ORGANIZATIONAL COMMITMENT

ABSTRACT

In this study, the working conditions, job satisfaction, perceptions of discrimination, and level of organizational commitment of personnel employed in the fire department of a metropolitan municipality were examined through a survey. A total of 200 personnel participated in the survey, of whom 10% were women and 90% were men. The findings indicate that, compared to their male counterparts, female personnel reported lower levels of organizational equality and satisfaction, were more frequently exposed to psychological pressure, and were more negatively affected by the shift system. The results of the study highlight the need for institutional support and improvements within the organization.

Keywords: Firefighting personnel, gender effects in the profession, mobbing, job satisfaction

1. GİRİŞ

İtfaiye, yangın ve benzeri afetlerle mücadele eden, can ve mal kaybını önlemeyi amaçlayan bir kamu hizmetidir. İtfaiye teşkilatlarının tarihçesi çok eskilere, hatta insanlığın yerleşik hayata geçtiği dönemlere kadar uzanır. Antik Roma (M.Ö. 24): Tarihte organize ilk itfaiye birimleri Roma İmparatorluğu döneminde kuruldu. İmparator Augustus, yangınları söndürmekle görevli

Vigiles adlı birliği oluşturdu (Erdem, 2018). Orta Çağ'da Avrupa şehirlerinde yangınlar sık sık büyük yıkımlara yol açtığından çeşitli gönüllü gruplar kuruldu, ancak modern anlamda profesyonel itfaiye birimleri 17. yüzyılda şekillenmeye başladı. 1666 Londra Büyük Yangını, itfaiye hizmetlerinin sistemli bir şekilde organize edilmesini zorunlu kıldı (Ateş & Çayalan, 2024). Ardından sigorta şirketleri yangın ekipleri kurdu. Osmanlı'da 1714'te Tulumbacılar Ocağı kurularak yangınlara müdahale için ilk düzenli yapı oluşturuldu (AFAD, 2020). Bu ocak, su tulumbaları ile çalışır, semtlere göre örgütlenirdi. Tanzimat Dönemi'nde (19. yy. ortaları) bu yapı geliştirildi ve daha merkezi bir teşkilata dönüştürüldü. Cumhuriyet'in ilanından sonra belediyeler bünyesinde İtfaiye Müdürlükleri kuruldu. 1923'ten itibaren modern araç ve gereçlerle donatılmış, eğitimli itfaiye kadroları oluşturulmaya başlandı (AFAD, 2020). Günümüzde Türkiye'de itfaiye hizmetleri 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ve 5393 sayılı Belediye Kanunu çerçevesinde yürütülmektedir. İtfaiye; yangın, patlama, trafik kazası, doğal afet (sel, deprem gibi) ve benzeri acil durumlara müdahale eden, arama-kurtarma faaliyetlerinde bulunan ve önleyici tedbirler geliştiren bir hizmet birimidir.

İtfaiye teşkilatları, toplum güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol üstlenmekte ve çalışanları zorlu fiziksel, psikolojik ve sosyal koşullarda hizmet vermektedir (Kaya, 2021). İtfaiyecilerin iş kapsamı oldukça geniştir; her türlü yangına en hızlı ve etkili şekilde müdahale edilmesi, denetim yapmak, yangın eğitimi vermek, yangın risk analizleri yapmak, deprem, çökme, trafik kazası, mahsur kalma gibi olaylarda canlı kurtarma, sel, fırtına gibi afetlerde tahliye ve kurtarma çalışmaları, zehirli gaz sızıntısı, patlayıcı madde yangını gibi olaylara özel ekipmanla müdahale etme, olay yerinde hayat kurtarıcı ilk müdahaleleri yapmak, eğitimler, tatbikatlar ve farkındalık çalışmaları ile halkı bilgilendirmek gibi birçok faaliyette bulunmaktadırlar (Yıldırım & Aydın, 2018; Özdemir & Karacan, 2019).

İtfaiye eri olmak için genelde şu temel şartlar aranır; Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olmak, 18 yaşını tamamlamış, 30-35 yaşını geçmemiş olmak, en az lise veya dengi okul mezunu olmak, sağlık açısından görevini yapmaya engel bir durumu olmamak, erkek adaylar için askerlik ile ilişiği olmamak, genellikle en az B sınıfı ehliyete sahip olmak, belediye ilanına göre değişse de çoğunlukla KPSS lise veya önlisans puan türüne sahip olmaları istenir (AFAD, 2020; TÜİK, 2021). Başvurusu kabul edilen adaylar yazılı veya uygulamalı sınava tabi tutulur. Adayların itfaiyecilik görevine uygun fiziki dayanıklılığı ve çevikliği ölçülür. Genellikle koşu, merdiven çıkma, hortum taşıma, ağırlık kaldırma gibi parkurlarda performans değerlendirilir. İtfaiyecilik mesleğine dair temel bilgi, genel kültür ve acil durum bilgisi sorgulanır. Adayların evrakları incelenir ve tam teşekküllü hastaneden alınan sağlık raporu istenir. Sınav puanı, genelde %50 KPSS + %30 uygulama + %20 sözlü sınav olarak hesaplanır. İtfaiyecilik sadece fiziksel güç

değil, aynı zamanda sorumluluk bilinci ve hızlı karar verme yeteneği gerektirir. Dayanıklılık ve stres altında çalışabilme, takım çalışmasına yatkınlık, iyi iletişim ve kriz yönetimi, dürüst ve disiplinli olmak; gece, gündüz, tatil demeden görev yapabilecek sorumlulukta olmak gibi özellikler aranır.

İtfaiyecilik, toplumda hayranlık uyandıran bir meslek olsa da beraberinde birçok zorluk ve risk barındırır (Erdem, 2018). Bu zorluklar hem fiziksel hem de psikolojik yönden itfaiyecilerin yaşamını etkiler. Yüksek sıcaklık, yoğun duman, patlama riski, çökme tehlikesi, zehirli gazlar ve kimyasal maddelerle temas gibi hayati riskler bunlardan bazılarıdır. İtfaiyeciler, çoğu zaman 20-30 kg ağırlığında koruyucu donanım ve cihazlarla müdahale ederler. Vardiyalı sistem nedeniyle geceleri, hafta sonları ve resmî tatillerde de görev yapmaktadırlar. Bu, aile yaşamını ve sosyal hayatı zorlaştırmaktadır. Aniden gelişen yangın ve acil durum çağrıları stres seviyesini artırmaktadır. Yangın, kazalar ve afetlerde can kayıpları ya da yaralanmalara tanık olmak uzun vadede travma ve tükenmişlik sendromuna yol açabilmektedir (Ateş & Çayalan, 2024; Kaya, 2021). Her saniyenin önemli olduğu olaylarda doğru ve hızlı karar verme zorunluluğu ciddi zihinsel yük yaratmaktadır. İtfaiyecilerden her zaman kahramanca davranışlar beklenir, bu da hataya yer bırakmayan bir baskı oluşturmaktadır. İtfaiyecilikte görülen bir diğer sorun ise mobbing, yani iş yerinde sistematik olarak uygulanan psikolojik baskıdır. Mobbing'in farklı şekillerde yapılabilir. Aşağılayıcı, küçümseyici veya alaycı ifadelerle kişiyi küçük düşürmek, ekip çalışmasında kişiyi kasıtlı olarak dışlamak, bilgi paylaşmamak. Kasıtlı olarak zor görevler vermek ya da görev vermeyip kişiyi pasifize etmek. Küçük hataları büyütmek ya da asılsız suçlamalarla disiplin tehdidi oluşturmak gibi. Bu meslektaşlar arası veya amirler tarafından uygulanabilir ve kişinin mesleki hayatını, ruh sağlığını olumsuz etkilemektedir. Mobbing'in doğurduğu bazı sonuçlar şöyledir; İtfaiyeci, işine karşı isteksizlik ve güvensizlik hisseder, stres, anksiyete, uyku bozuklukları, depresyon gibi ruhsal sorunlar gelişebilir (Leymann, 1996; Akgün, 2017; Gül, 2019). İş kazası riski artar çünkü motivasyonu ve dikkat düzeyi düşer. Kadın itfaiyeciler ise erkek egemen yapıda ek zorluklarla karşılaşmaktadır (Özdemir & Karacan, 2019; Başbakanlık Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü, 2015; ILO, 2018).

Bütün bunlardan hareketle bu araştırma, itfaiye personelinin çalışma yaşamındaki deneyimlerini, memnuniyet düzeylerini, karşılaştıkları zorlukları ve kurumsal destek ihtiyaçlarını anlamayı amaçlamaktadır. Özellikle cinsiyet temelinde farklılıkların analiz edilmesi bu çalışmanın özgün katkısıdır (Eagly & Carli, 2007; Kanter, 1977).

2. YÖNTEM

Araştırmada nicel yöntemler kullanılmış ve yapılandırılmış anket tekniğiyle veri toplanmıştır. Anket yapısı 20 kapalı uçlu soru, çalışma koşulları, iş güvenliği, psikolojik baskı, sosyal haklar, vardiya düzeni, kurumsal aidiyet ve fırsat eşitliği başlıklarını kapsamaktadır. Yanıtlar frekans ve yüzde dağılımları ile incelenmiş, cinsiyet temelli farklar özellikle vurgulanmıştır.

a. Örneklem

200 personel (kadın: %10, erkek: %90); farklı yaş grubu ve kıdem seviyelerini temsil eden bir dağılım sağlanmıştır.

b. Veri toplama

Anketler yüz yüze ve elektronik ortamda uygulanmış, gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

Bu araştırmada toplanan veriler, itfaiye personelinin iş yaşamına ilişkin deneyimlerini, algılarını ve beklentilerini sistematik olarak ortaya koymaktadır. Bulgular, özellikle cinsiyet temelli farklılıkları gözler önüne sermekte; kadın ve erkek personelin iş memnuniyeti, kurumsal eşitlik algısı, psikolojik baskı (mobbing) deneyimleri ve sosyal yaşam dengesi konularında benzer ve farklı yönlerini ortaya çıkarmaktadır. Aşağıda, anket soruları çerçevesinde elde edilen sonuçlar örneklerle detaylandırılmıştır.

3.1. Cinsiyetiniz nedir?

Katılımcıların %10'u kadın %90'ı erkektir. Bu itfaiyede kadın istihdamının düşük olduğunu göstermektedir.

3.2. Genel İş Memnuniyeti ve Çalışma Koşullarına Yönelik Algılar

Kadın personelin %65'i işinden memnun olduğunu belirtirken erkeklerde bu oran %55'tir. Bu fark, kadınların toplumsal önyargılara rağmen mesleklerini bilinçli bir tercihle seçmiş olmasından ve bu tercihe sahip çıkmasından kaynaklanabilir. Örneğin, kadın katılımcılardan biri, "İnsanlara doğrudan fayda sağlamak beni tatmin ediyor, zorluklara rağmen bu işi seviyorum" yanıtını vermiştir. Erkeklerde ise iş memnuniyet oranı biraz daha düşük olup, genelde maddi koşullar ve çalışma süresine bağlı yorgunluk faktörleri öne çıkmaktadır.

3.3. Kurumsal Eşitlik, Ayrımcılık Algısı ve Terfi Fırsatları

Kadınların %40'ı kurum içinde kadın ve erkeklere eşit davranıldığını düşünürken erkeklerin %70'i eşitlik algısını olumlu ifade etmiştir. Kadınların %35'i terfi imkanlarını adil bulmaktadır (erkeklerde bu oran %60). Bu fark, kadın personelin mesleki gelişim ve yükselme süreçlerinde karşılaştıkları engelleri yansıtmaktadır. Örneğin, bir kadın katılımcı "Başarımı sürekli kanıtlamak zorundaymışım gibi hissediyorum" ifadesini kullanmıştır.

3.4. Psikolojik Baskı (Mobbing) ve İş Yerindeki Sosyal İlişkiler

Kadınların %50'si iş yerinde psikolojik baskıya maruz kaldığını belirtmiş, erkeklerde bu oran %30 olarak tespit edilmiştir. Kadın çalışanların özellikle küçük düşürücü söylemler ve dışlanma gibi dolaylı mobbing örneklerine dikkat çektiği görülmüştür. Erkek personel ise baskının daha çok görev dağılımı ve iş yükü kaynaklı olduğunu belirtmiştir.

3.5. Vardiya ve Fazla Mesainin Sosyal ve Aile Yaşamına Etkisi

Kadınların %80'i, erkeklerin %65'i vardiya düzeninin sosyal hayatlarını olumsuz etkilediğini ifade etmiştir. Kadın katılımcılar özellikle çocuk bakımı ve aile yükümlülüklerinin vardiya sisteminden daha fazla etkilendiğini vurgulamıştır. Bir katılımcı şöyle demiştir: "Nöbet günlerinde çocuklarıma destek olamıyorum, bu durum beni çok üzüyor."

3.6. İş Güvenliği Tedbirleri ve Mesleki Eğitimlerin Yeterliliği

Kadınların %50'si, erkeklerin %60'ı iş güvenliği tedbirlerini yeterli bulmuştur. Eğitimlerin güncelliği ve yeterliliği konusunda kadınların %60'ı ve erkeklerin %55'i memnuniyet bildirmiştir. Bu sonuçlar, her iki grubun da iş güvenliği ve eğitim süreçlerinde iyileştirme beklentisine işaret etmektedir.

3.7. Kuruma Aidiyet, Güven ve Mesleki Tercih

Erkeklerin %75'i kuruma aidiyet hissederken, kadınlarda bu oran %55'tir. Erkeklerin %70'i tekrar meslek seçme şansı olsa yine itfaiyeciliği seçebileceğini belirtmiş, kadınlarda bu oran %45'te kalmıştır. Bu durum, kadınların kurum kültürü içinde yeterince desteklenmediği algısını güçlendirmektedir.

3.8. Yeniden meslek seçecek olursanız eğer, itfaiyeciliği seçer miydiniz?

Erkeklerin %70'i mesleğini tekrar seçebileceğini belirtirken kadınlarda ise bu oran %45'tir. Bu, kadın personelin mesleki tatmininin daha düşük olduğunu göstermektedir.

3.9. İş yükünüz size adil dağıtılıyor mu?

Erkeklerin %65'i, kadınların ise %45'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar, iş yükünün bazen cinsiyete göre ayrıldığını ve bu durumun adaletsizlik yarattığını belirtmiştir. Erkeklerin çoğu ise iş yükünü normal bulmuştur.

3.10. Görev dağılımında liyakate önem verildiğini düşünüyor musunuz?

Erkeklerin %65'i, kadınların ise %50'si olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar görev dağılımında cinsiyet etkisi olduğunu hissetmiştir, erkekler büyük oranda liyakat esas alındığını düşünmektedir.

3.11. Görev yerinizin fiziki koşullarını yeterli buluyor musunuz?

Erkeklerin %65'i, kadınların ise %50'si olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar istasyonların kadınlara yönelik altyapı eksiklerini belirtmiştir; erkekler fiziki koşulları genel olarak yeterli görmüştür.

3.12. Amirlerinizle iletişiminiz sağlıklı mı?

Erkeklerin %70'i, kadınların ise %55'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar zaman zaman küçümseyici yaklaşımlarla karşılaştığını belirtmiş, erkekler genel olarak iletişimden memnun olduğunu ifade etmiştir.

3.13. Sosyal haklardan (ör. yemek, lojman, kreş) memnun musunuz?

Erkeklerin %60'ı, kadınların ise %45'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar özellikle kreş ve bakım hizmetlerinin yetersiz olduğunu belirtmiş, erkekler ise sosyal hakların kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmiştir.

3.14. Kurum içi şiddet/gerilim olaylarına şahit oluyor musunuz?

Erkeklerin %40'ı, kadınların ise %30'u olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar daha çok sözel şiddete, erkekler fiziksel gerilimlere dikkat çekmiştir.

3.15. Meslek içi dayanışmayı yeterli buluyor musunuz?

Erkeklerin %70'i, kadınların ise %55'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar dayanışmanın çoğu zaman erkekler arasında kaldığını, erkekler ise birlik ruhunu güçlü bulduğunu ifade etmiştir.

3.16. Görev sırasında kendinizi güvende hissediyor musunuz?

Erkeklerin %60'ı, kadınların ise %50'si olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar ekipman yetersizlikleri nedeniyle kaygı belirtmiş, erkekler güvenlik tedbirlerinin yeterli olduğunu söylemiştir.

3.17. Amirlerinizden destek aldığınızı düşünüyor musunuz?

Erkeklerin %65'i, kadınların ise %45'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar desteğin cinsiyet odaklı farklılaştığını, erkekler destekten genel olarak memnun olduğunu belirtmiştir.

3.18. Görev sırasında cinsiyetiniz nedeniyle ayrımcılığa uğradığınızı hissettiniz mi?

Erkeklerin %10'u, kadınların ise %55'i evet yanıtını vermiştir. Kadınlar özellikle ağır görevlerde ve ekip içi karar süreçlerinde ayrımcılık hissetmiştir.

3.19. Kurumda terfi sistemi adil mi?

Erkeklerin %60'ı, kadınların ise %35'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar terfi sürecinin adaletsiz olduğunu ifade etmiş, erkekler sistemin adil olduğunu belirtmiştir.

3.20. Görev sırasında fiziksel şiddet tehlikesiyle karşılaştınız mı?

Erkeklerin %35'i, kadınların ise %20'si evet yanıtını vermiştir. Kadınlar daha çok sözel şiddetle karşılaştığını belirtmiş, erkekler ise özellikle olay yerinde fiziksel saldırı riski yaşadığını ifade etmiştir.

3.21. İş yerinde adaletli bir ceza/ödül sistemi olduğunu düşünüyor musunuz?

Erkeklerin %55'i, kadınların ise %40'ı olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar bu sistemin genelde erkekler lehine işlediğini belirtmiştir.

3.22. Kurumunuzda çalışan kadın sayısını yeterli buluyor musunuz?

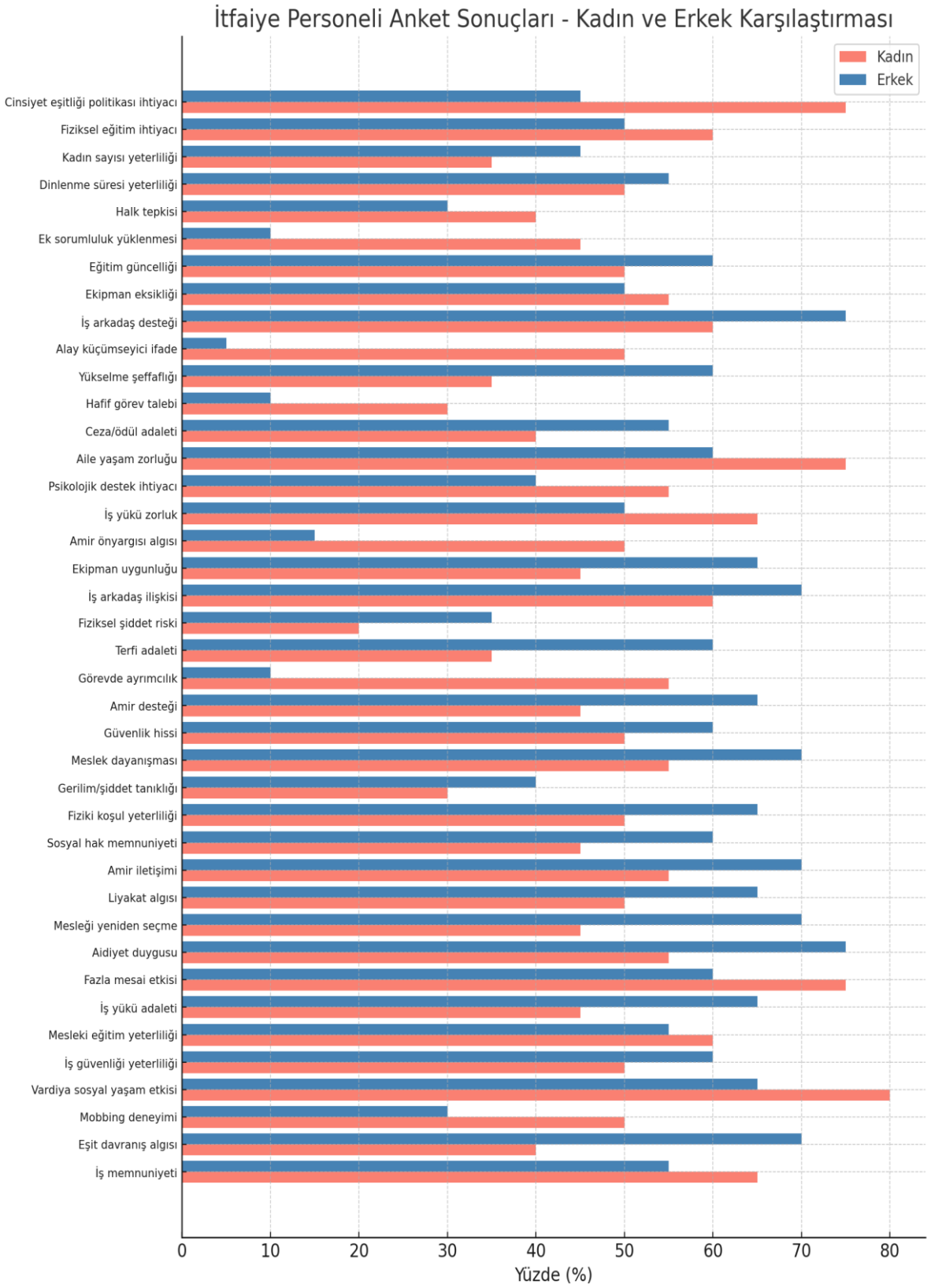
Erkeklerin %45'i, kadınların ise %35'i olumlu yanıt vermiştir. Kadınlar daha fazla kadın personel olması gerektiğini belirtmiştir.

Tablo 1. Anketin Genel Şablonu

Soru	Kadın (%)	Erkek (%)	Açıklama
İşinizden genel olarak memnun musunuz?	65	55	Kadınlar insan hayatına dokunmanın anlamını vurgulamış, erkekler fiziksel yorgunluk ve maddi koşullardan yakınmıştır.
Kurumda kadın ve erkek personele eşit davranıldığını düşünüyor musunuz?	40	70	Kadınlar ayrımcılık hissettiğini, erkekler eşitlik ortamı olduğunu belirtmiştir.
İş yerinde psikolojik baskıya maruz kaldığınızı düşünüyor musunuz?	50	30	Kadınlar küçümseyici davranış ve dışlanma yaşadığını, erkekler iş yükü baskısı hissettiğini belirtmiştir.
Vardiya düzeni sosyal hayatınızı olumsuz etkiliyor mu?	80	65	Kadınlar özellikle aile sorumlulukları nedeniyle daha çok zorlanmıştır.
İş güvenliği tedbirlerini yeterli buluyor musunuz?	50	60	Kadınlar ekipman ve fiziki koşulları yetersiz bulmuş, erkekler kısmen yeterli görmüştür.
Mesleki eğitimlerin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?	60	55	Kadınlar pratik eğitimin artırılmasını, erkekler teorik ve pratik dengenin iyileştirilmesini istemiştir.
İş yükünüz size adil dağıtılıyor mu?	45	65	Kadınlar ayrımcılık ve haksız yük hissederken erkekler adaleti vurgulamıştır.
Fazla mesai yaşam kalitenizi etkiliyor mu?	75	60	Kadınlar sosyal yaşamda daha çok zorlanmıştır.
Kuruma aidiyet hissediyor musunuz?	55	75	Kadınlar destek eksikliğini, erkekler dayanışmayı güçlü bulmuştur.
Mesleğinizi yeniden seçme şansınız olsa tekrar seçer misiniz?	45	70	Kadınlar kurumsal zorluklardan dolayı tereddüt etmiş, erkekler daha olumlu yanıt vermiştir.
Görev dağılımında liyakate önem veriliyor mu?	50	65	Kadınlar liyakat eksikliğini, erkekler kısmen adaleti belirtmiştir.
Amirlerinizle iletişiminiz sağlıklı mı?	55	70	Kadınlar küçümseyici tavırlardan şikayetçi olmuş, erkekler iletişimi yeterli görmüştür.
Sosyal haklardan memnun musunuz?	45	60	Kadınlar sosyal haklarda eksiklik hissetmiştir.
Görev yerinizin fiziki koşulları yeterli mi?	50	65	Kadınlar fiziki alanlarda yetersizlik yaşamıştır.
Kurum içi gerilim ya da şiddet olaylarına tanık oluyor musunuz?	30	40	Kadınlar daha çok sözel şiddet belirtmiş, erkekler fiziksel gerilim görmüştür.
Meslek içi dayanışmayı yeterli buluyor musunuz?	55	70	Kadınlar dayanışmada eksiklik hissetmiştir.
Görev sırasında kendinizi güvende hissediyor musunuz?	50	60	Kadınlar ekipman eksikliği nedeniyle güvensizlik belirtmiştir.
Amirlerinizden yeterli destek aldığınızı düşünüyor musunuz?	45	65	Kadınlar destek eksikliği hissetmiş, erkekler yeterli bulmuştur.
Cinsiyetiniz nedeniyle görev sırasında ayrımcılığa uğradığınızı hissettiniz mi?	55	10	Kadınlar ayrımcılığı daha sık yaşamıştır.
Terfi sistemi adil mi?	35	60	Kadınlar terfi süreçlerinde adaletsizlik hissetmiştir.

Soru	Kadın (%)	Erkek (%)	Açıklama
Görev sırasında fiziksel şiddet tehlikesiyle karşılaştınız mı?	20	35	Kadınlar sözel şiddetle karşılaşmış, erkekler fiziksel tehdidi daha sık yaşamıştır.
İş arkadaşlarınızla olan ilişkinizi yeterli buluyor musunuz?	60	70	Kadınlar zaman zaman dışlanma hissetmiştir.
Görev kıyafet ve ekipmanlarının kullanımı size uygun mu?	45	65	Kadınlar ekipmanın erkek bedenine göre tasarlandığını belirtmiştir.
Amirlerinizin cinsiyet temelli önyargılarla hareket ettiğini düşünüyor musunuz?	50	15	Kadınlar karar süreçlerinde önyargı hissetmiştir.
İş yükünüz fiziksel kapasitenizi zorluyor mu?	65	50	Kadınlar iş yükünü daha zorlayıcı bulmuştur.
Psikolojik destek ihtiyacınız olduğunu hissettiniz mi?	55	40	Kadınlar mobbing ve stres nedeniyle destek ihtiyacı hissetmiştir.
Aile ve sosyal hayatınızı korumakta zorlanıyor musunuz?	75	60	Kadınlar daha fazla zorluk yaşamıştır.
İş yerinde adaletli bir ceza ödül sistemi olduğunu düşünüyor musunuz?	40	55	Kadınlar sistemin erkekler lehine işlediğini belirtmiştir.
Fiziki olarak daha hafif görevlerde yer alma talebiniz oldu mu?	30	10	Kadınlar zaman zaman böyle bir talepte bulunmuştur.
İşe alım ve yükselme süreçlerinde şeffaflık olduğunu düşünüyor musunuz?	35	60	Kadınlar süreçleri şeffaf bulmamıştır.
İş yerinde cinsiyetiniz nedeniyle alay ya da küçümseyici ifadeler duydunuz mu?	50	5	Kadınlar bu duruma daha sık maruz kalmıştır.
İş arkadaşlarınızdan mesleki anlamda yeterli destek alıyor musunuz?	60	75	Kadınlar bazı görevlerde yalnız bırakıldığını belirtmiştir.
Görev sırasında fiziksel olarak yetersiz ekipmanla karşılaştınız mı?	55	50	Her iki grup da ekipman eksikliği belirtmiştir.
Kurum içi eğitimlerin güncelliğini yeterli buluyor musunuz?	50	60	Kadınlar pratik eğitim eksikliğini vurgulamıştır.
Cinsiyetiniz nedeniyle ek sorumluluklar üstlendiniz mi	45	10	Kadınlar ek görevlerin kendilerine verildiğini belirtmiştir.
Görev bölgesinde halktan gelen tepkiler sizi rahatsız etti mi?	40	30	Kadınlar küçümseyici tepkilerle karşılaştıklarını belirtmiştir.
Görev sırasında yeterli dinlenme süresi bulabiliyor musunuz?	50	55	Her iki grup da dinlenme sürelerini yetersiz bulmuştur.
Kurumunuzda çalışan kadın sayısını yeterli buluyor musunuz?	35	45	Kadınlar daha fazla kadın personel olması gerektiğini belirtmiştir.
Fiziksel kondisyon gerektiren görevler için ayrı eğitim verilmesini ister misiniz?	60	50	Kadınlar ayrı eğitim ihtiyacını daha çok belirtmiştir.
Kurumda cinsiyet eşitliği politikalarının güçlendirilmesi gerektiğini düşünüyor musunuz?	75	45	Kadınlar cinsiyet eşitliği politikalarının güçlendirilmesini istemiştir.

Tablo 2. Anketin Genel Grafiği



4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında itfaiye personeline uygulanan 50 soruluk anket, kurum içindeki cinsiyet temelli farklılıkları, iş memnuniyetini, psikolojik ve sosyal dinamikleri detaylı şekilde ortaya koymuştur. Bulgular, sadece mevcut durumun tespitiyle kalmamakta; aynı zamanda kurum içi gelişim ve iyileştirme için öneriler sunmaktadır. Tartışma bölümünde, bu bulgular literatürle karşılaştırmalı olarak ele alınmakta, itfaiye teşkilatında kadın ve erkek personelin benzerlikleri ve farklılıkları irdelenmektedir.

4.1. İş Memnuniyeti ve Aidiyet

Anket sonuçları, kadın personelin %65'inin, erkek personelin ise %55'inin işinden genel olarak memnun olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, literatürde sıkça vurgulanan, kamu güvenliği alanında çalışan personelin işin anlamlılığı nedeniyle yüksek motivasyona sahip olduğu yönündeki çalışmaları (ör. Kaya, 2021) destekler niteliktedir. Kadın personelin daha yüksek memnuniyet bildirmesi, mesleğin insan hayatına dokunma ve sosyal sorumluluk boyutlarının kadın çalışanlar açısından daha anlamlı bulunmasına bağlanabilir. Öte yandan erkek personelin daha düşük memnuniyet oranı, fiziksel yorgunluk ve maddi koşullarla ilişkili olabilir.

Kuruma aidiyet oranlarının kadınlarda %55, erkeklerde %75 olması ise cinsiyet temelli bir farkın önemli göstergesidir. Kadın personel kurumsal destek eksikliğinin aidiyet duygusunu zayıflattığını belirtmiştir. Erkekler ise özellikle ekip dayanışması ve uzun süreli mesleki kimlik gelişimi nedeniyle aidiyet duygusunu daha güçlü hissetmiştir.

4.2. Cinsiyet Temelli Farklılıklar ve Ayrımcılık Algısı

Kadın personelin %40'ı, erkeklerin %70'i kurumda cinsiyet eşitliği olduğuna inandığını belirtmiştir. Bu fark, özellikle görev dağılımı, terfi süreçleri ve karar alma mekanizmalarında hissedilen ayrımcılıkla ilişkilidir. Kadınlar sıklıkla ağır görevlerden dışlanma, karar süreçlerine dahil edilmeme ve ek sorumluluklar (ör. temizlik, düzenleme) yüklenme gibi durumlarla karşılaştığını belirtmiştir.

Kadın personelin %50'si mobbing yaşadığını bildirirken, erkeklerde bu oran %30'da kalmıştır. Kadınlar daha çok dolaylı dışlanma, küçümseyici sözler ve önyargılı tavırlarla karşılaştığını ifade ederken, erkekler genellikle iş yüküne bağlı baskıdan söz etmiştir. Bu bulgular, literatürde kadın çalışanların erkek egemen mesleklerde daha fazla psikolojik baskıya maruz kaldığına dair tespitlerle (Özdemir ve Ark., 2019) paralellik göstermektedir.

4.3. Fiziksel Koşullar ve Ekipman

Anket, kadın personelin %45'inin görev ekipmanlarını kendine uygun bulmadığını göstermektedir. Kadınlar kıyafet ve araç gereçlerin genelde erkek beden ölçülerine göre

tasarlandığını, bu durumun görev sırasında konfor ve güvenlik kaybına yol açtığını belirtmiştir. Erkek personelin %65'i ise ekipmanı yeterli bulmuştur.

Benzer biçimde, kadınlar görev yerlerinin fiziki altyapısında kendilerine uygun düzenlemelerin eksik olduğunu vurgulamıştır. Özellikle soyunma odaları, dinlenme alanları gibi birimler kadınların taleplerini karşılamaktan uzaktır.

4.4. İş-Yaşam Dengesi ve Sosyal Yaşam

Vardiya düzeninin sosyal yaşamı olumsuz etkilediği kadınlar için %80, erkekler için %65 oranında belirtilmiştir. Kadın personel, aile ve çocuk bakımı yükümlülükleri nedeniyle bu durumdan daha fazla etkilenmiştir. Fazla mesai oranları da benzer bir etki yaratmış, kadınların %75'i, erkeklerin %60'ı fazla mesainin yaşam kalitesini olumsuz etkilediğini ifade etmiştir.

Aile yaşamını korumakta zorlanma oranı kadınlarda %75, erkeklerde %60 olarak bulunmuştur. Bu fark, toplumsal cinsiyet rollerinin kadınların üzerindeki baskısını ve kurumsal desteğin eksikliğini göstermektedir.

4.5. Eğitim ve Mesleki Gelişim

Kadınların %60'ı, erkeklerin %55'i mesleki eğitimlerin yeterli olduğunu düşünmektedir. Ancak kadınlar pratik ve fiziksel yeterlilik eğitimlerinin artırılması gerektiğini vurgulamış, erkekler ise teorik bilgilerin daha iyi uygulanması gereğine dikkat çekmiştir.

Kadın personel fiziksel kondisyon gerektiren görevler için özel eğitim talebinde (%60) erkek personelden (%50) daha yüksek oran belirtmiştir. Bu bulgu, kadınların fiziksel kapasiteyi geliştirme konusunda daha fazla destek beklediğini ortaya koymaktadır.

4.6. Psikolojik Destek ve Stres

Psikolojik destek ihtiyacı kadınlarda %55, erkeklerde %40 olarak belirlenmiştir. Kadınlar özellikle mobbing, ayrımcılık ve sosyal yalnızlık nedeniyle desteğe ihtiyaç duyduğunu belirtirken, erkekler bu ihtiyacı daha çok görev kaynaklı stresle ilişkilendirmiştir.

Bu bulgu, kurum içinde cinsiyet temelli psikososyal destek politikalarının geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çalışanların ruhsal dayanıklılığını artıracak programların hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.

4.7. Terfi ve Yükselme Süreçleri

Kadın personelin %35'i, erkek personelin %60'ı terfi sistemini adil bulduğunu belirtmiştir. Kadınlar şeffaf olmayan terfi süreçleri ve liyakat dışı uygulamaların kendilerini dezavantajlı konuma ittiğini ifade etmiştir. Bu durum literatürde, erkek egemen mesleklerde kadınların "cam tavan" ile karşılaşması bulgularını destekler niteliktedir.

4.8. Halkın Yaklaşımı ve Dış İlişkiler

Kadın personelin %40'ı, erkeklerin %30'u görev sırasında halktan gelen olumsuz tepkiler nedeniyle rahatsızlık duyduğunu ifade etmiştir. Kadınlar özellikle küçümseyici bakış ve sözlü ifadelerle karşılaştıklarını belirtmiştir. Bu durum, toplumda itfaiye mesleğinin hala erkek egemen bir alan olarak görülmesiyle ilişkilidir.

4.9. Kurumun Cinsiyet Eşitliği Politikaları

Kadınların %75'i, erkeklerin %45'i kurumda cinsiyet eşitliği politikalarının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kadınlar bu konuda somut adımlar atılmadığını, mevcut uygulamaların sembolik düzeyde kaldığını ifade etmiştir.

Bu bulgu, kurumsal düzeyde eğitim, farkındalık programları ve eşitlikçi düzenlemelerin zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır.

4.10. Genel Değerlendirme ve Öneriler

Anketin sonuçları, kurum içi cinsiyet eşitliğini ve iş yaşam dengesi uygulamalarını geliştirme zorunluluğunu açıkça göstermektedir. Kadın personel özellikle fırsat eşitliği, fiziksel altyapı, destek mekanizmaları ve terfi süreçleri konularında sistematik bir dönüşüm beklemektedir. Erkek personel ise daha çok ekipman kalitesi, iş yükü dengesi ve maddi olanakların iyileştirilmesi taleplerinde bulunmuştur.

Kurumsal gelişim için cinsiyet eşitliği eğitimlerinin zorunlu hale getirilmesi, terfi ve görev dağılımında şeffaf sistemlerin uygulanması, fiziki altyapının kadın personelin ihtiyaçlarına göre yeniden düzenlenmesi, psikolojik destek ve danışmanlık hizmetlerinin kurumsallaştırılması, fiziksel yeterlilik ve dayanıklılık eğitimlerinin artırılması yönünde çalışmaların yapılması tavsiye edilmektedir.

REFERANSLAR:

Akgün S. (2017). İtfaiye teşkilatlarında mobbing ve psikolojik etkileri. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 21(2), 45-68.

Ateş K, Çayalan H. (2024). İtfaiye Çalışanlarının İş Doyumu ve Tükenmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (35), 115-130.

Başbakanlık Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü. (2015). Kadınların istihdamdaki yeri: Kamu kurumları örnekleri. Ankara.

Eagly AH, Carli LL. (2007). Through the Labyrinth: The Truth About How Women Become Leaders. Boston: Harvard Business Press.

Erdem M. (2018). Kamu çalışanlarında iş-aile yaşam dengesi: İtfaiye personeli örneği. Yerel Yönetim Araştırmaları Dergisi, 3(1), 77-99.

Gül H. (2019). Çalışma yaşamında kadın ve mobbing: Teori ve uygulama. İstanbul: Beta Yayınları.

International Labour Organization (ILO). (2018). Women in public safety services: Challenges and opportunities. Geneva: ILO Publications.

Kanter RM. (1977). Men and Women of the Corporation. New York: Basic Books.

Kaya B. (2021). Kamu güvenliği çalışanlarında iş doyumu ve kuruma bağlılık ilişkisi. Kamu Yönetimi Araştırmaları Dergisi, 9(2), 221-243.

Leymann H. (1996). The content and development of mobbing at work. European Journal of Work and Organizational Psychology, 5(2), 165-184.

Özdemir M, Karacan M. (2019). Erkek egemen mesleklerde kadın çalışanların karşılaştığı zorluklar: İtfaiyecilik örneği. Çalışma ve Toplum Dergisi, 61(3), 983-1007.
T.C. İçişleri Bakanlığı AFAD. (2020). Türkiye itfaiye teşkilatları genel durumu. Resmi rapor.
TÜİK (2021). Kamu kurumlarında kadın ve erkek istihdam oranları.
Yıldırım A, Aydın S. (2018). İş yaşamında kadın itfaiyecilerin deneyimleri: Nitel bir çalışma. Toplum ve Sosyal Hizmet Dergisi, 29(1), 115-134.

ULUSLARARASI KONAKLAMA VERGİSİ UYGULAMALARI VE TURİZM EKONOMİSİNE ETKİLERİ

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, dünya genelinde giderek yaygınlaşan konaklama vergisi uygulamalarını literatür taraması yoluyla inceleyerek, bu vergilerin kapsamını, türlerini, oranlarını ve turizm sektörü üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Turist yoğunluğunun artmasıyla birlikte birçok destinasyon; altyapı harcamalarının finansmanı, çevresel baskıların azaltılması ve sürdürülebilir turizm yönetiminin güçlendirilmesi amacıyla farklı vergi modelleri geliştirmiştir. Bu bağlamda çalışma, Avrupa başta olmak üzere çeşitli ülkelerde uygulanan konaklama vergilerinin yüzdelik oranlar, sabit gece başı ücretler, konaklama türüne ve yıldız sınıfına göre değişen modeller gibi farklı boyutlarını kapsamlı biçimde ele almaktadır. Literatürdeki güncel araştırmalar doğrultusunda konaklama vergilerinin destinasyon rekabetçiliği, turizm talebi, fiyat duyarlılığı ve yerel yönetimlerin gelir yapısı üzerindeki etkileri incelenmiş; uygulamaların ülkeler arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya konulmuştur. Bulgular, konaklama vergilerinin doğru tasarlandığında sürdürülebilir turizm politikalarını destekleyen önemli bir mali araç olduğunu; ancak yüksek oranların talep esnekliği nedeniyle bazı destinasyonlarda turist davranışlarını etkileyebildiğini göstermektedir. Çalışma Türkiye'de politika geliştirme süreçleri için kavramsal ve yönlendirici bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Turizm ekonomisi, konaklama vergisi, turist vergileri, turizm politikası

INTERNATIONAL ACCOMMODATION TAX PRACTICES AND THEIR EFFECTS ON THE TOURISM ECONOMY

ABSTRACT

This study examines the increasingly widespread use of accommodation taxes worldwide through a literature review, analyzing their scope, types, rates, and impacts on the tourism sector. With increasing tourist density, many destinations have developed different tax models to finance infrastructure expenditures, reduce environmental pressures, and strengthen sustainable tourism management. In this context, the study comprehensively addresses different dimensions of accommodation taxes applied in various countries, especially in Europe, such as percentage rates, fixed nightly fees, and models varying according to accommodation type and

star class. In line with current research in the literature, the effects of accommodation taxes on destination competitiveness, tourism demand, price sensitivity and the revenue structure of local governments were examined; the similarities and differences in practices between countries were revealed. The findings indicate that accommodation taxes, when properly designed, are an important fiscal tool to support sustainable tourism policies; however, high rates can influence tourist behavior in some destinations due to demand elasticity. The study provides a conceptual and guiding framework for policy development in Türkiye.

Keywords: Tourism economy, accommodation tax, tourist taxes, tourism policy

GİRİŞ

Küresel ölçekte turizm hareketliliğinin ivme kazanması, destinasyonların ekonomik, toplumsal ve çevresel açıdan daha belirgin baskılarla karşı karşıya kalmasına yol açmış; buna bağlı olarak konaklama vergileri pek çok ülkede giderek daha sık başvurulan bir politika aracı hâline gelmiştir (Gooroochurn ve Sinclair, 2005). Yüksek ziyaretçi akışına sahip destinasyonlarda, altyapı gereksinimlerinin karşılanması, çevresel baskıların yönetilmesi ve sürdürülebilir turizm uygulamalarının güçlendirilmesi amacıyla giderek daha fazla benimsenen konaklama vergileri, son dönemde hem bilimsel tartışmalarda hem de kamu politikası gündeminde önemli bir yer edinmiştir. (Cárdenas-García vd., 2022). Farklı ülkelerde konaklama vergileri; sabit geceleme ücreti, yüzde esaslı vergilendirme ya da tesis türü ve yıldız kategorisine göre değişen yapılar şeklinde uygulanmakta olup, bu model çeşitliliği söz konusu verginin ekonomik sonuçlarının destinasyonlar arasında farklılaşmasına yol açmaktadır (European Commission, 2017).

Güncel literatür, konaklama vergilerinin destinasyon rekabet gücü, turizm talebi, fiyat duyarlılığı ve yerel yönetimlerin gelir yapısı üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir çerçevede incelemektedir (Sharma et al., 2020). Bulgular, bu vergilerin bir yandan destinasyon yönetimini destekleyerek sürdürülebilir turizm politikalarının güçlenmesine katkı sunduğunu; diğer yandan ise yüksek oranların özellikle fiyat esnekliği yüksek turist segmentlerinde talep yönelimlerini değiştirebildiğini göstermektedir (European Commission, 2017). Bu nedenle konaklama vergileri, yalnızca mali bir araç olarak değil, aynı zamanda destinasyon yönetiminin stratejik bir unsuru olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye'de turizm sektörünün büyüme potansiyeli göz önüne alındığında, konaklama vergisi uygulamalarının uluslararası örnekler ışığında değerlendirilmesi ve politika geliştirme süreçlerine katkı sağlayacak kavramsal bir çerçevenin oluşturulması önem taşımaktadır. Bu çalışma, uluslararası konaklama vergisi uygulamalarını kapsamlı bir literatür taramasıyla inceleyerek; vergilerin kapsamı, türleri, oranları ve turizm ekonomisi üzerindeki etkilerini

analiz etmeyi amaçlamakta ve Türkiye'de sürdürülebilir turizm politikalarının geliştirilmesine yönelik yol gösterici bir perspektif sunmaktadır.

1. Kavramsal Çerçeve: Turizm Vergileri ve Konaklama Vergisi

Vergi, kamu kesiminin gerçekleştirdiği harcamaları finanse etmek amacıyla, devletin egemenlik yetkisine dayanarak gerçek ve tüzel kişilerden, yasama organı tarafından belirlenen vergi mevzuatı çerçevesinde tahsil edilen parasal yükümlülüktür (Çakır et al., 2005: 15). Bir başka yaklaşıma göre ise vergi; devletin egemenlik gücünden kaynaklanan yetkisi doğrultusunda, kamu hizmetlerinin finansmanını sağlamak üzere, ödeme gücü esas alınarak gerçek ve tüzel kişilerden karşılıksız ve zorunlu olarak alınan mali bir yükümlülük olarak tanımlanmaktadır (Karakoç, 2013). Bu doğrultuda vergiler, hükümetlerin artan kamu harcamaları karşısında ortaya çıkan mali baskıları yönetebilmesi açısından temel bir kamu gelir kaynağı niteliği taşımaktadır. Günümüzde de toplumsal düzenin sürdürülmesi, kamusal altyapının geliştirilmesi ve çeşitli kamu hizmetlerinin finansmanı vergilerin en temel işlevleri arasında yer almaktadır (Kurular Şeren, 2020: 168–169). Özellikle turizm faaliyetlerinin yoğunlaştığı bölgelerde, yerel yönetimlerin altyapı, ulaşım, atık yönetimi ve çevresel temizlik gibi hizmetlere ilişkin giderlerinde belirgin bir artış meydana gelmektedir. Turizm faaliyetleriyle birlikte artan geçici nüfus, yerleşik nüfus kapsamında değerlendirilmediğinden, bu artışa yönelik ek kaynak yerel yönetimlere tahsis edilmemektedir. Bu durum, turizmin yoğun olduğu bölgelerde sunulan yerel hizmetlerin maliyetlerini yükseltmekte ve hizmet kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yerel yönetimlerin artan mali yüklerini karşılaması ve hizmet niteliğini koruyarak geliştirmesi amacıyla başvurduğu araçlardan biri ise turizm vergileridir (Kızıltoprak, 2022: 14).

Turizm sektörünü etkileyen vergi, harç ve ücretler; ülkeye giriş ve çıkış işlemlerine yönelik yükümlülükler (yurtdışı çıkış vergisi, vize ücretleri), hava taşımacılığıyla ilgili mali yükler (hava yolcu vergisi, bilet vergisi), konaklama faaliyetlerine ilişkin çeşitli vergiler (yatak vergisi, işgaliye vergisi, satış ve hizmet vergileri, otel konaklama vergisi, otel ve restoran vergileri), tüketim vergilerinde uygulanan indirimler ile çevresel düzenlemelere dayalı vergiler (eko-turizm vergisi, depolama vergisi, karbon vergisi) ve çeşitli teşvikler olmak üzere geniş bir yelpazede sınıflandırılmaktadır (Tekin ve Say, 2024: 908–909). Bu mali yükümlülükler hem turistlerden doğrudan tahsil edilebilmekte hem de turizm işletmelerine yönelik olarak uygulanabilmektedir. Dolayısıyla turizm sektörü tek bir vergi türüyle değil, oldukça farklılaşan vergi ve mali yükümlülüklerle karşı karşıyadır. Vergi kapsamında değerlendirilen bu unsurların

yanı sıra, diğer mali sorumluluklar da konaklama işletmeleri açısından önemli bir yük oluşturmaktadır.

Konaklama vergisi, konaklama hizmetinden yararlanan kişilerden tahsil edilip ilgili vergi idaresine aktarılan bir vergi türü olarak literatürde tanımlanmaktadır (Kurular Şeren, 2020: 167). Bu vergi, bir şehirde veya yerleşim alanında ikamet eden nüfusun dışında kalan ve bölgeyi ziyaret eden yerli ya da yabancı turistlerin, kentte sunulan belediye ve kentsel hizmetlerin finansmanına mali katkı sağlamasını amaçlayan turizm odaklı bir mali yükümlülüktür. Katma Değer Vergisi (KDV) ve tüketim vergisi gibi genel vergilerin yanı sıra uygulanan konaklama vergisinin mükellefiyet alanı yalnızca turistlerle sınırlıdır. Vergi, konaklama tesislerinde sunulan gecelik konaklama bedeline belirli bir oran veya sabit tutar eklenmesi suretiyle uygulanmaktadır (Doğan, 2017: 272). Doluluk vergisi (occupancy tax), otel vergisi (hotel tax), turist vergisi (tourist tax), kentsel turist vergisi (municipal tourist tax), oda vergisi (room tax), yatak vergisi (bed tax), turizm iyileştirme vergisi (tourism improvement tax) olarak da bilinen konaklama vergisi (accommodation tax) otel konuklarına konaklama türü/kalitesi ve geceleme sayısına bağlı olarak sabit oran veya değer esası (ad valorem) üzerinden uygulanan bir tür özel ek satış vergisidir. Ancak konaklama vergilerinin çoğu sabit bir ücret yerine oda fiyatının bir yüzdesi yani ad valorem olarak tahsil edilmekte ve bu sebeple önemli gelir sağlamaktadır (Hudson vd., 2019).

2. Uluslararası Konaklama Vergisi Uygulamaları

Konaklama vergilerinin kökeni, 20. yüzyılın başlarında Avrupa'da kentlerin artan altyapı giderlerine kaynak yaratma ihtiyacına dayanmaktadır (European Travel Commission, 2013). 1980'li yıllardan itibaren turizm trafiğinin hız kazanmasıyla birlikte bu vergi türü hem Avrupa'da hem de Amerika kıtasında yaygın biçimde kullanılan bir mali araç hâlini almıştır (Gago et al., 2009). ABD'de turist vergileri 1970'lerden itibaren birçok eyalette uygulanmaya başlanmış olup, eyalet ve yerel yönetimler açısından önemli bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Elde edilen gelirler kamu güvenliği, eğitim, yol yapımı ve diğer altyapı hizmetlerinin finansmanında kullanılmaktadır. ABD'de konaklama vergisi; 'lodging tax', 'hotel room tax' ya da 'transient occupancy tax' gibi çeşitli adlarla anılmaktadır (Mazerov, 2011). Günümüzde ABD eyaletlerinin yaklaşık %98'inde konaklama vergisinin uygulandığı bilinmekte olup, vergi oranları eyalet, il ve belediye düzeyine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bununla birlikte, 50 eyalette uygulanan konaklama vergisinin ortalama oranı yaklaşık %6 civarındadır (Yavan, 2020: 194). Avrupa'daki birçok şehirde otel hizmetleri üzerinden konaklama vergisi alınmaktadır. Bu ülkelerde turizm vergileri genellikle merkezi hükümet tarafından yerel

yönetimlere devredilmiş bir yetki alanı olarak görülmekte ve bu nedenle vergi oranları ile uygulama esasları çoğunlukla belediyeler tarafından belirlenmektedir. Yerel düzeydeki bu farklılaşma, aynı ülke içinde dahi şehirler arasında konaklama vergisi oranlarında önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yavan, 2020: 191). Rekreasyon alanlarının iyileştirilmesi, kamu hizmetlerinin finansmanı ve yoğun ziyaretçi akınlarının çevrede yarattığı olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla bugün İspanya, İtalya, Almanya ve Hollanda gibi birçok Avrupa Birliği ülkesinde yabancı ziyaretçilerden turizm vergisi, şehir vergisi veya konaklama vergisi başlıkları altında ücret alınmaktadır. Her ne kadar Avrupa Birliği'nde bu vergiler temel olarak yerel bir yapıya sahip olsa da merkezi yönetimler turizm vergilerinin uygulanmasına ilişkin genel çerçeveyi ve kriterleri belirleme konusunda geniş bir serbestliğe sahiptir (Göktaş ve Polat, 2019).

Avrupa Birliği'nde konaklama vergilerinin oransal ya da sabit değer büyüklükleri bölgesel olarak farklılaşmakta olup Batı ve Güneydoğu Avrupa ülkelerinde daha yüksek, Doğu Avrupa ülkelerinde ise daha düşük seviyelerde uygulanmaktadır. Bu farklılığın temel nedeni, AB üye ülkelerinin ekonomik ve gelişmişlik düzeylerinin homojen olmamasıdır. Ekonomik açıdan daha gelişmiş ülkelerde konaklama vergisi oranları, nispeten daha az gelişmiş üye ülkelere kıyasla daha yüksek belirlenmektedir. AB genelinde konaklama vergileri ağırlıklı olarak yerel düzeyde tahsil edilmekle birlikte, bazı ülkelerde ulusal düzeyde toplanan bu gelirler yeniden yerel yönetimlere aktarılmaktadır. Yerel yönetimler, bu kaynakları özellikle turizmin yol açtığı olumsuz çevresel ve altyapısal etkilerin azaltılması amacıyla kullanmaktadır (Yavan, 2020: 193–194).

Konaklama vergisi uygulamaları yalnızca Avrupa Birliği üyesi ülkelerle sınırlı olmayıp, Avrupa'nın birçok ülkesinde giderek daha yaygın bir hâle gelmektedir. ***Fransa'da*** turist vergisine ilişkin yasal altyapı, 13 Nisan 1910 tarihli yasa ile oluşturulmuş olup günümüzde de yürürlükte bulunmaktadır. Söz konusu vergi, turistik faaliyetlerin geliştirilmesi, destinasyonların tanıtımının güçlendirilmesi ve bölgesel çekiciliğin artırılması amacıyla tahsil edilmektedir. Bu çerçevede elde edilen gelirler yalnızca turist deneyiminin iyileştirilmesine yönelik harcamalara tahsis edilmektedir. Fransa'da kişi başına alınan turist vergisinin üst sınırı, ek vergiler hariç olmak üzere, gecelik 0,20 € ile 4,30 € arasında değişmektedir. Turist vergisi yalnızca otellerde değil; tatil köyleri, kamp ve karavan alanları ile oda ve kahvaltı hizmeti sunan apart-otel türü konaklama işletmelerinde de uygulanmaktadır. Ultra lüks oteller en yüksek vergi tutarına (4,30 €) tabi tutulurken, bir ve iki yıldızlı kamp ve karavan alanları için en düşük vergi tutarı (0,20 €) geçerlidir (Göktaş ve Polat, 2019: 149; Tekin ve Say, 2024).

Almanya'da turist vergisi, "Kültür Vergisi" (Culture Tax) ve "Yatak Vergisi" (Bed Tax) adlarıyla uygulanmakta olup, vergi oranları konaklama süresi, otelin oda kapasitesi, konaklama türü ve gecelik oda fiyatı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılaşmaktadır. Bu vergi türü ilk kez 2011 yılında Thüringen eyaletinde yasal bir düzenlemeyle yürürlüğe girmiştir. Ülkede konaklama vergisi; kişi başına, gecelik veya oda fiyatı üzerinden belirlenebilmekte olup 0,25 € ile 7,00 € arasında sabit bir tutar ya da oda fiyatının %5–%7,5'i şeklinde oransal olarak uygulanabilmektedir. Vergi oranları şehirler arasında önemli farklılıklar gösterebilmekte; ayrıca belirlenen konaklama vergisinin üzerine Katma Değer Vergisi (KDV) de eklenmektedir (lovemoney.com, 2021).VisitBerlin (2023) Turizm Uydu Hesabı'na göre; Almanya'da turist vergisinin talep üzerindeki etkilerini değerlendiren çalışmalar, genel olarak talep elastikiyetinin düşük olduğunu, verginin ziyaretçi sayısında önemli bir azalma yaratmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle şehir turizmi, kültür turizmi ve kongre turizmi gibi segmentlerde fiyat duyarlılığının görece düşük olması nedeniyle, konaklama vergisinin talebi sınırlı ölçüde etkilediği belirtilmektedir.

İtalya'da turist vergisi; turizm vergisi, turist konaklama vergisi, ziyaretçi vergisi, şehir vergisi gibi adlarla uygulanmakta olup, turist vergisinin kapsamı 2011 yılının ocak ayında merkezi hükümet tarafından yürürlüğe konulan 23 numaralı kanun ile belirlenmiştir. Verginin tutarları diğer ülkelerde olduğu gibi otele ve oda fiyatına ve konaklanan gece sayısına göre farklılık göstermektedir. Kişi başına, gecelik 3,00 € -7,00 € arasında olup şehirlere göre bu rakam değişmektedir (Kılıçer, 2019). Sardinya üzerine yapılan bir değerlendirmede, konaklama vergisinin yerli turistlerde talebi azalttığı, ancak uluslararası ziyaretçilerde bu etkinin anlamlı seviyede gerçekleşmediği tespit edilmiştir (Maráková vd., 2025). Bu sonuç, turist gelir düzeylerinin ve seyahat motivasyonlarının talep esnekliğinde belirleyici olduğunu göstermektedir.

İspanya'da turist vergisi, 20 Mart 2012 tarihinde onaylanan 5 sayılı kanun kapsamında Katalonya bölgesindeki tüm otellerde uygulanmaya başlamıştır. Ülkede özellikle Katalonya ile Balear Adaları arasında farklı turist vergisi modelleri bulunmaktadır. Katalonya'da turizm vergisi hem konaklama yapan ziyaretçilerden hem de gezi (cruise) gemileriyle gelen günübirlik turistlerden tahsil edilmektedir. Balear Adalarında ise turist vergisi; adayı ziyaret eden ve oteller, villalar ve diğer tatil konaklama birimlerinde kalan tüm misafirlerden alınmaktadır. Balear Adalarında uygulanan vergi tutarları konaklama türüne göre değişmekte olup; lüks oteller için 4 €, orta sınıf konaklama tesisleri için 3 €, kruvaziyer yolcuları ile düşük bütçeli otel ve apartlarda kalanlar için 2 €, kamp alanı ve pansiyon misafirleri için ise kişi başı günlük 1 € olarak belirlenmiştir. Ayrıca 16 yaşından küçük ziyaretçiler turist vergisinden muaf tutulmuştur.

Katalonya'da uygulanan turist vergisi pansiyonlar, oteller, kamp alanları ve yolcu gemileri için geçerli olup, günlük kişi başı vergi tutarı 0,45 € ile 2,25 € arasında değişmektedir (Agencia Tributaria De Catalunya, 2021). Rosselló-Nadal ve Sansó'nun (2017) bölgedeki verginin talep üzerindeki etkisini incelediği çalışmada, konaklama vergisinin turizm talebinde %0,4 ila %0,8 arasında bir azalmaya neden olduğu, ancak bu etkinin düşük talep esnekliğinden kaynaklı olarak sınırlı kaldığı belirtilmektedir. Bu sonuç, verginin yüksek bir caydırıcılık yaratmadığını ve bölgenin çekiciliğinin talep üzerinde koruyucu bir rol oynadığını göstermektedir. Labandeira ve diğerlerine (2006) göre, Balear Adaları'nda elde edilen vergi gelirleri, çevresel koruma, altyapı geliştirme ve kültürel alanların sürdürülebilirliği gibi alanlara yönlendirildiği için vergi, bölgenin uzun dönemli destinasyon kalitesini destekleyen bir ekonomik araç hâline gelmiştir. Verginin gelir yaratıcı rolü, özellikle yaz sezonunda büyük nüfus hareketliliğinin belediyeler üzerinde yarattığı mali baskıyı azaltmaktadır.

Yunanistan'da, ekonomik kriz sonrası uygulamaya konulan kemer sıkma politikalarının bir unsuru olarak 1 Ocak 2018 tarihinde konaklama vergisi yürürlüğe girmiştir. Vergi, oda başına gecelik olarak hesaplanmakta olup konaklama ücretine dâhil edilmeden ayrıca tahsil edilmektedir. Uygulanan vergi tutarı, konaklama tesislerinin sınıfına göre farklılaşmaktadır. Buna göre; tüm kategorilerdeki daire ve stüdyo tipi konaklama birimleri ile bir ve iki yıldızlı oteller için gecelik 0,50 €, üç yıldızlı oteller için 1,50 €, dört yıldızlı oteller için 3,00 € ve beş yıldızlı oteller için 4,00 € vergi uygulanmaktadır. (Göktaş ve Polat, 2019: 149-150). ***Japonya'da*** konaklama vergisini uygulamaya başlayan ilk bölge başkent Tokyo olup, 2002 yılında yürürlüğe giren bu vergi zaman içerisinde güncellenmiş ve özellikle pandemi sonrası turizm sektörünü destekleyecek kaynak yaratmak amacıyla artırılmıştır. 2022 yılı uygulamasına göre, Tokyo'da gecelik oda fiyatı 10.000–15.000 Yen arasında olan konaklamalarda kişi başına 100 Yen (yaklaşık 0,70 ABD Doları), 15.000 Yen'in üzerindeki oda fiyatlarında ise kişi başına 200 Yen (yaklaşık 1,40 ABD Doları) vergi tahsil edilmektedir. Tokyo'nun ardından, 2017 yılından itibaren Osaka, Kyoto, Kanazawa, Kutchan (Hokkaido) ve Fukuoka şehirleri de konaklama vergisi uygulamasına geçmiştir. Bu kentlerde alınan vergi oranları ve tutarları ise yerel yönetimlerin belirlediği düzenlemelere bağlı olarak farklılık göstermektedir. (Tekin ve Say, 2024: 913).

Hollanda'da turizm vergisi, 1970'li yıllarda çok sayıda turisti ağırlayan belediyelerin artan maliyetlerini karşılamak ve ek finansal kaynak sağlamak amacıyla yürürlüğe girmiştir. 2017 yılı itibarıyla Hollanda genelinde 388 belediye tarafından turizm vergisi uygulanmaktadır. Hollanda belediyeleri turizm vergisini yalnızca otel, pansiyon, apart-otel, tatil evi, karavan ve kamp alanı gibi konaklama işletmelerinden değil, aynı zamanda belediye sınırları içinde deniz

turları düzenleyen gemilerden ve bireysel olarak kiralanan konutlarda kalan turistlerden de tahsil etmektedir. Turizm vergisi kişi başına gecelik 0,55 € ila 5,75 € veya oda fiyatının %6'sına kadar olmaktadır (Göktaş ve Polat, 2019).

Avrupa Birliği üye ülkeleri genellikle turizm sektörünü turist vergileri aracılığıyla desteklemeye çalışmaktadır. Bu turist vergileri yerel ekonomilere önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Ghaem Zabihi ve Rezazadeh, 2023). Bu verginin arkasındaki mantık yalnızca gelir elde etmek değil aynı zamanda artan turist trafiğinin çevresel ve altyapısal etkilerini yönetmek, atık yönetimi ve yerel sıkışıklık gibi dışsallıkları da ele alarak iyileştirmeler sağlamaktır (Boto-García vd., 2020). Avrupa Birliği'nde konaklama vergisi uygulayan diğer ülkeler ve uyguladıkları konaklama vergisi tutarları/oranları tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Konaklama Vergisi Uygulayan Avrupa Birliği Ülkeleri

Ülke	Vergi Matrahı	Vergi Miktarı veya Oranı
Hırvatistan	Kişi başına, gecelik	0,27 € - 0,94 €
Avusturya	Kişi başına, gecelik	0,15 € - 2,77 €
Belçika	Kişi başına, gecelik	0,53 € - 7,50 €
Bulgaristan	Kişi başına, gecelik	0,20 Leva – 3 Leva = (0,10 €- 1,53 €)
Çek Cumhuriyeti	Kişi başına, gecelik	1,00 €'ya kadar
Portekiz	Kişi başına, gecelik	1,00 €, en fazla 7,00 €
Macaristan	Kişi başına, gecelik	(1,51 €) kadar oda fiyatının %4'ü
Litvanya	Oda başına, gecelik	0,30 € - 0,60 €
Macaristan	Kişi başına, gecelik	Oda fiyatının % 4'ü
Malta	Kişi başına, gecelik	0,50 € - 5 €
Polonya	Kişi başına, gecelik	0.37 € - 0.55 €
Romanya	Oda başına, gecelik	%1
Slovakya	Kişi başına, gecelik	0,50 € - 1,65 €
Slovenya	Kişi başına, gecelik	0,60 € - 1,25 €

Kaynak: European Commission, 2017.

Avrupa Birliğinde turist vergisi/konaklama vergisi uygulamayan ülkeler de bulunmaktadır. Bunar arasında, Danimarka, Estonya, Güney Kıbrıs, Finlandiya, İrlanda, İsveç, Letonya ve Lüksemburg yer almaktadır.

3. Türkiye'de Konaklama Vergisi

Konaklama vergisi Türkiye'ye 2004 yılında hazırlık süreci başlatılan ve 2006'da Türkiye Büyük Millet Meclisine (2008'de ise yenilenen versiyonuyla yeniden) sunulan "İl Özel İdaresi ve Belediye Gelirleri Kanunu Tasarısı" ile girmiştir. Tasarının gerekçesinde, turistik bölgelerde faaliyet gösteren il özel idareleri ve belediyelerin, turizme bağlı geçici nüfus artışının getirdiği

mali yükleri üstlenmelerine karşın, turizm gelirlerinden doğrudan bir pay alamadıkları belirtilmiştir. Ancak söz konusu tasarı, TBMM komisyon aşamasını geçememiş ve yasalaşma süreci tamamlanamamıştır (Akçaoğlu, 2020).

Türkiye'de 2019 yılında hukuki altyapısı oluşturulan ve 2020 yılının başında yürürlüğe girmesi hedeflenen konaklama vergisinin uygulanması, COVID-19 pandemisinin ortaya çıkardığı ekonomik ve idari koşullar nedeniyle ertelenmiştir. Gerekli düzenlemelerin tamamlanmasının ardından vergi, 1 Ocak 2023 tarihinde yayımlanan Konaklama Vergisi Uygulama Genel Tebliği doğrultusunda resmen uygulanmaya başlamıştır (Resmî Gazete, 2022). Buna göre, 7194 sayılı Kanunun 9. maddesinde ifade edildiği üzere konaklama vergisini doğuran olay *"Otel, motel, tatil köyü, pansiyon, apart otel, misafirhane, kamping, dağ evi, yayla evi gibi konaklama tesislerinde verilen geceleme hizmeti ile bu hizmetle birlikte satılmak suretiyle konaklama tesisi bünyesinde sunulan diğer tüm hizmetler (yeme, içme, aktivite, eğlence hizmetleri ve havuz, spor, termal ve benzeri alanların kullanımı gibi) konaklama vergisine tabidir. Geceleme hizmetinin; sağlıklı yaşam tesisleri, eğlence merkezleri gibi tesislerin bünyesinde sunulması, vergilendirmeye etki etmez."* şeklinde tanımlanmıştır (Yavan, 2020).

Gelir İdaresi Başkanlığınca (GİB) hazırlanan Konaklama Vergisinin Uygulama Esaslarına İlişkin Genel Tebliğ Taslağına (2020) göre, konaklama vergisinin kapsamını Türkiye sınırları içerisindeki konaklama tesislerinde—otel, motel, tatil köyü, misafirhane, yayla evi gibi işletmelerde—sunulan geceleme hizmetleri ile bu hizmetlere bağlı olarak verilen diğer yan hizmetler oluşturmaktadır. Düzenleme uyarınca verginin mükellefi, söz konusu konaklama ve ilişkili hizmetleri sağlayan işletmelerdir; buna karşın verginin ekonomik yükünü fiilen üstlenen kesim ise hizmetten yararlanan tüketiciler yani turistlerdir. Dolayısıyla konaklama hizmeti sunan gerçek veya tüzel kişi statüsündeki işletmeler, bu vergiye ilişkin beyan ve ödeme sorumluluğunu taşımaktadır. Konaklama vergisinin matrahı, verginin konusuna giren hizmetlerin (Katma Değer Vergisi hariç tutulmak suretiyle) toplam bedeli üzerinden belirlenmektedir. Türkiye'de bu vergide ad valorem bir yapı benimsenmiş olup vergi oranı %2 olarak uygulanmaktadır. Buna göre, konaklama ve buna bağlı yeme-içme ile diğer hizmetleri sunan işletmeler, elde ettikleri hizmet bedelleri toplamının %2'si oranında konaklama vergisi hesaplayarak beyan etmek ve merkezi yönetim bütçesine aktarmakla yükümlüdür (GİB, 2020).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, dünya genelinde giderek yaygınlaşan konaklama vergisi uygulamalarını literatür taraması temelinde inceleyerek, söz konusu vergilerin kapsamı, türleri, uygulanma biçimleri ve turizm ekonomisi üzerindeki çok yönlü etkilerini ortaya koymuştur. Bulgular, konaklama vergilerinin doğru tasarlandığında destinasyonların sürdürülebilir finansman kaynaklarını

güçlendirdiğini, çevresel baskıların azaltılmasına katkı sunduğunu ve yerel yönetimlerin turizm kaynaklı mali ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde uygulanan sabit gece başı ücret, oran bazlı vergi ya da konaklama sınıfına göre farklılaşan modeller hem turizm talebinin fiyat duyarlılığına hem de destinasyonun rekabet gücüne göre çeşitlilik göstermektedir. Literatürdeki araştırmalar, düşük ve makul düzeyde belirlenmiş konaklama vergilerinin talep üzerinde sınırlı bir etki yarattığını; buna karşın yüksek oranların özellikle fiyat esnekliği yüksek destinasyonlarda turist tercihlerini etkileyebildiğini ortaya koymaktadır.

Konaklama vergilerinin turizm sektörü üzerindeki etkileri değerlendirilirken, turist profili, destinasyonun rekabet pozisyonu, alternatif destinasyonların fiyatlandırma stratejileri ve vergilerin kullanım amacı önemli belirleyiciler olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma genel olarak, konaklama vergisinin tek başına olumsuz bir unsur olmadığı; aksine etkin, şeffaf ve sürdürülebilirlik odaklı politikalarla desteklendiğinde destinasyon yönetimi için stratejik bir araç niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda Türkiye'de konaklama vergisi oranları belirlenirken destinasyon bazlı talep esnekliği analizleri yapılmalı; özellikle fiyat rekabeti yüksek bölgelerde düşük ve kademeli oranlara öncelik verilmelidir. Ayrıca, bölgesel farklılıkları gözeten esnek bir model tasarlanmalıdır. Bu kapsamda kitle turizminin yoğun olduğu destinasyonlarda çevresel baskıları azaltmaya yönelik daha yüksek çevre katkı payları uygulanabilirken, gelişmekte olan destinasyonlarda rekabet gücünü korumak adına daha düşük oranlar tercih edilmelidir. Örneğin, işletmeler için vergiye karşılık gelen teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır. Konaklama vergisi gelirlerinin bir kısmı, çevresel performansını artıran veya sürdürülebilirlik sertifikası alan işletmelere geri destek olarak kullanılabilir. Bununla birlikte uluslararası alanda konaklama vergisinin iyi uygulama örneklerinden yararlanılmalıdır. Avrupa'daki başarılı konaklama vergisi modelleri incelenerek Türkiye'nin sürdürülebilir turizm politikalarıyla uyumlu bir sistem geliştirmesi, uzun vadede destinasyon yönetimini güçlendirecektir.

Genel olarak çalışma, konaklama vergisinin doğru tasarlandığında hem sürdürülebilir turizmi destekleyen hem de destinasyon yönetimine önemli katkılar sunan bir mali araç olduğunu göstermektedir. Türkiye'de uygulanacak politika ve düzenlemelerin, uluslararası eğilimler ve talep esnekliği verileri ışığında geliştirilmesi, turizm sektörünün rekabetçiliğini korurken sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını mümkün kılabilecektir.

KAYNAKÇA

Agencia Tributaria De Catalunya. (2021). Impuesto sobre las estancias en establecimientos turísticos, https://atc.gencat.cat/es/tributs/ieet/.

Akçaoğlu, E. (2020). Konaklama vergisi hakkında kısa bir değerlendirme. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*. 10(2). 388-405.

Boto-García, D., Mariel, P., Pino, J. B. ve Alvarez, A. (2020). Tourists' willingness to pay for holiday trip characteristics: A Discrete Choice Experiment. *Tourism Economics*, 28(2), 349-370. https://doi.org/10.1177/1354816620959901.

Cárdenas-García, P.J., Pulido-Fernández, J.I., Durán-Román,J.L., Carrillo-Hidalgo, I. (2022). Tourist taxation as a sustainability financing mechanism for mass tourism destinations. *Int J Tourism Res.* 24:577–592. https://doi.org/10.1002/jtr.2523.

Çakır, T., Aydın, U., Kartal, A. ve Aydın, N. (2005). *Ticari bilgiler ve belgeler*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Doğan, M. (2017). Turizm ve şehir vergisi: kuramsal bir analiz ve Türkiye üzerine öneriler. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 28(2), 269-280.

European Travel Commission (2013). European Tourism in 2013: Trends & Prospects (Q3/2013).

European Commission (2017). *The Impact of taxes on the competitiveness of European tourism*. Final Report, Price Water House Coopers LLP (PwC) Publishing, London (UK).

Gago, A., Labandeira, X., Picos, F. Ve Rodríguez, M. (2009). Specific and general taxation of tourism activities. *Evidence from Spain. Tourism Management*, 30, 381–392, https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.08.004.

Gelir İdaresi Başkanlığı GİB. (2020). Konaklama Vergisi Genel Tebliği Taslağı. https://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/user_upload/Tebligler/Taslaklar/Kon_ver_gen_uyg_teb_taslak.pdf

Ghaem Zabihi, S. M. ve Rezazadeh, Z. (2023). The ımpact of taxation in the tourism ındustry: dynamic approach. *International Journal of Applied Research in Management, Economics and Accounting*, 1(1), 1–9. https://doi.org/10.63053/ijmea.1

Gooroochurn, N. ve Sinclair, M.T. (2005). Economics of tourism taxation: evidence from Mauritius. *Annals of Tourism Research* 32(2), 478-498 https://doi.org/10.1016/j.annals.2004.10.003.

Göktaş, L.S. ve Polat, S. (2019). Tourist tax practices in European Union member countries and ıts applicability in Turkey. *Journal of Tourismology*, 5(2), 145–158. https://doi.org/10.26650/jot.2019.5.2.0026.

Hudson, S., Meng, F., So, K.K.F., Smith, S., Li, J. ve Qi, R. (2019). The effect of lodging tax increases on US destinations. *Tourism Economics*, 1-15. https://doi.org/10.1177/1354816619890752.

Karakoç, Y. (2013). Anayasal vergilendirme ilkeleri üzerine bir değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, *15*, 1259-1308.

Kılıçer, E. (2019). Turist vergisi: yabancı ülke uygulamaları ve Türkiye'de uygulanabilirliği üzerine bir inceleme. *Mali Çözüm*, 29(151), 55-74.

Kızıltoprak, Ö. (2022). Türkiye'de konaklama vergisinin ve turizm payının tahsis ilkesi yönünden değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 13-24.

Kurular Şeren, G.Y. (2020). Konaklama vergisinin turizm sektörü ve bütçe üzerinde "olası" etkileri usul ve esas bağlamında düşünceler. *Vergi Raporu*, 247, (167-184).

Labandeira, X., Gago, A., Picos, F., Rodríguez, M.M. (2006). Taxing tourism in Spain: results and recommendations. FEEM Working Paper No. 40. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.891780.

lovemoney.com (2021). https://www.lovemoney.com/guides/52231/tourist-tax-in-europe-what-you-will-pay-in-spain-italy-and-other-hotspots (Erişim tarihi: 10.11.2025).

Maráková, V., Wszendybył-Skulska, E. ve Dzúriková, L. (2025). Accommodation tax as a tool of financial management of destination: ınsights from selected european countries. *Tourism and Hospitality*, *6*(5), 258. https://doi.org/10.3390/tourhosp6050258

Mazerov, M. (2011). State and local governments should close hotel tax loophole and collect taxes owed. *Center on Budget and Policy Priorities,* Washington, 1-14.

Resmî Gazete (2022). Konaklama Vergisi Uygulama Genel Tebliği. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221214-6.htm (Erişim Tarihi: 15.11.2025).

Rosselló-Nadal, J. ve Sansó, A. (2017). Taxing Tourism: the effects of an accommodation tax on tourism demand in the Balearic Islands (Spain). *Cuadernos Económicos, De Ice*, 93. http://hdl.handle.net/10072/370522.
Sharma, A., Perdue, R.R. ve Nicolau, J.L. (2020). The effect of lodging taxes on the performance of US hotels. *Journal of Travel Research*, 61(1), 108-119. https://doi.org/10.1177/0047287520971044
Tekin, Ö.F. ve Say, S. (2024). Kentlerde turizmin yönetilmesi ve sürdürülebilir gelişimi için konaklama vergisi: dünyadan örnekler ve Türkiye uygulaması. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 7(3), 906-920. https://doi.org/10.33712/mana.1498352.
VisitBerlin (2023). An economic factor for Berlin-the tourism and convention industry. https://about.visitberlin.de/en/economic-factor-berlin-tourism-and-convention-industry (Erişim tarihi: 10.11.2025).
Yavan, S. (2020). Türkiye'deki konaklama vergisinin değerlendirilmesi. *Vergi Raporu*, 250, 188-203.

ECONOMIES OF SCALE AND CARBON INTENSITY IN CONTAINER SHIPS: THE EFFECT OF VESSEL SIZE AND YEAR OF BUILD ON CO_2 EMISSIONS PER TEU-MILE

Dr. Orçun GÜNDOĞAN
Van Yuzuncu Yil University, Maritime Faculty, Department of Maritime Transportation Management Engineering, 65040, Van, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6013-2441
Dr. Volkan ŞAHİN
Van Yuzuncu Yil University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, 65040, Van, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-8914-3515

ABSTRACT

This study investigates the relationship between economies of scale and carbon intensity in container shipping using ship-level micro data. A cross-sectional sample of 51 container vessels is analyzed based on annual CO_2 emissions, distance travelled, efficiency (kg CO_2 per mile), TEU capacity, gross tonnage (GT), deadweight tonnage (DWT) and year of build. The ship-level efficiency indicator expressed as kilograms of CO_2 per nautical mile is normalized by TEU capacity to construct a new metric, "Normalized Efficiency", which is interpreted as the amount of CO_2 emitted to transport one TEU over one nautical mile. Descriptive statistics, correlation analysis and linear regression models are employed. The results reveal strong and negative relationships between Normalized Efficiency and the main size indicators (TEU, GT and DWT). A simple model including only the natural logarithm of TEU explains a large share of the variation in capacity-normalized carbon intensity, indicating that economies of scale in container shipping have a pronounced environmental dimension. Overall, the findings suggest that, under a given capacity utilization assumption, increasing vessel size significantly reduces CO_2 emissions per TEU-mile, while highlighting the need to interpret this advantage in conjunction with operational factors such as load factor, speed and fuel type. By relying on a capacity-normalized indicator and ship-level data, the study contributes to ongoing debates on fleet renewal, optimal vessel size and carbon-intensity-oriented regulatory design in container shipping.

Keywords: container shipping, economies of scale, carbon intensity, vessel size, TEU-mile, emission efficiency

KONTEYNER GEMİLERİNDE ÖLÇEK EKONOMİSİ VE KARBON YOĞUNLUĞU: GEMİ BÜYÜKLÜĞÜ VE YAPIM YILININ TEU-MİL BAŞINA CO_2 EMİSYONUNA ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışma, gemi düzeyindeki mikro verileri kullanarak konteyner taşımacılığında ölçek ekonomileri ile karbon yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Yıllık CO_2 emisyonu, kat

edilen mesafe, verimlilik (mil başına kg CO_2), TEU kapasitesi, brüt tonaj (GT), deadweight tonajı (DWT) ve inşa yılı değişkenlerine dayalı olarak 51 konteyner gemisinden oluşan kesitsel bir örneklem analiz edilmektedir. Deniz mili başına kilogram CO_2 olarak ifade edilen gemi düzeyindeki verimlilik göstergesi, TEU kapasitesine göre normalleştirilerek "Normalized Efficiency" adı verilen yeni bir ölçüt oluşturulmuştur; bu ölçüt, bir TEU'yu bir deniz mili taşımak için atmosfere salınan CO_2 miktarı olarak yorumlanmaktadır. Çalışmada tanımlayıcı istatistikler, korelasyon analizi ve doğrusal regresyon modelleri kullanılmaktadır. Bulgular, Normalized Efficiency ile temel gemi büyüklüğü göstergeleri (TEU, GT ve DWT) arasında güçlü ve negatif ilişkiler ortaya koymaktadır. Sadece TEU'nun doğal logaritmasını içeren basit bir model, kapasiteye göre normalleştirilmiş karbon yoğunluğundaki değişimin önemli bir kısmını açıklamakta ve konteyner taşımacılığında ölçek ekonomilerinin belirgin bir çevresel boyuta sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak bulgular, belirli bir kapasite kullanım oranı varsayımı altında gemi boyutunun artırılmasının TEU-mil başına CO_2 emisyonunu anlamlı ölçüde azalttığını, ancak bu avantajın doluluk oranı, hız ve yakıt türü gibi operasyonel faktörlerle birlikte yorumlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Kapasiteye göre normalleştirilmiş bir göstergeye ve gemi düzeyindeki verilere dayanması sayesinde çalışma, konteyner taşımacılığında filo yenileme, optimum gemi boyutu ve karbon yoğunluğuna odaklı düzenleyici tasarım konusundaki devam eden tartışmalara katkıda bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: konteyner taşımacılığı, ölçek ekonomisi, karbon yoğunluğu, gemi ölçeği, TEU-mil, emisyon verimliliği

1.INTRODUCTION

More than 80% of world trade by volume is carried by sea, and this share is even higher for developing economies (UNCTAD, 2023; Kosowska-Stamirowska, 2020). In particular, container shipping plays a backbone role in the carriage of high-value general cargo, manufactured goods and retail products, and is therefore of strategic importance for the continuity and cost efficiency of global supply chains (Notteboom & Rodrigue, 2008). The standardization brought about by containerization, together with reduced trans-shipment costs and door-to-door integration, has made seaborne transport indispensable not only from an economic perspective but also in terms of logistical flexibility (Bernhofen et al., 2016).

However, in addition to its economic efficiency, maritime transport is increasingly debated because of its environmental impacts. International shipping is responsible for around 800–850 million tons of CO_2 emissions per year, corresponding to roughly 2–3% of global anthropogenic CO_2 (Bouman et al., 2017). Growing trade volumes, the expansion of the world fleet and the persistence of high transport capacity despite demand fluctuations in some markets make the

reduction of these emissions in the medium- and long-term imperative, both from a climate policy perspective and in terms of sectoral competitiveness (Psaraftis, 2019). The greenhouse gas (GHG) strategy adopted by the International Maritime Organization (IMO) after 2018 exerts strong pressure for structural change in the sector by envisaging, relative to a 2008 baseline, an improvement of about 40% in the carbon intensity of ships (CO_2 emissions per transport work) by 2030 and more far-reaching reduction targets by mid-century (Joung et al., 2020).

Against this backdrop, the concepts of carbon intensity and energy efficiency in maritime transport have become key decision variables for policymakers, shipowners and cargo owners. IMO indicators such as the Energy Efficiency Design Index (EEDI), the Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) and the Carbon Intensity Indicator (CII) provide the regulatory framework for measuring ship design, technical efficiency and operational performance, and they directly influence fleet renewal decisions and the composition of trading fleets. Nevertheless, these indicators mostly focus on design- or fleet-level parameters, and ship-specific carbon intensity analyses based on actual operational data remain relatively limited (Perera & Mo, 2017).

One of the most pronounced structural changes in container shipping over the past three decades has been the continuous upsizing of vessels. Starting with ships above 6,000 TEU in the late 1990s, this scale increase has culminated in the widespread deployment on mainline routes of ultra-large container ships (ULCS) with capacities of 20,000–24,000 TEU (Haralambides, 2019). The literature has shown that the upsizing of container vessels reduces slot costs – the cost of transporting one TEU over a given distance – and yields economies of scale up to a certain capacity threshold (Cullinane & Khanna, 2000). However, the environmental dimension of these scale economies, namely under what conditions and to what extent larger vessels reduce carbon intensity per TEU-mile, remains contested both theoretically and empirically (Ge et al., 2021).

Theoretically, because a larger vessel can carry more cargo (TEU) over a given distance, fuel consumption and CO_2 emissions per ship are expected to increase up to a certain point, while emissions per TEU are expected to decrease. This constitutes the core of the “bigger is greener?” debate (Lindstad et al., 2012). However, factors such as the port infrastructure requirements of large vessels, losses in operational flexibility, partial load factors and idle capacity per ship during periods of low demand render uncertain the extent to which economies of scale and their potential carbon advantages are actually realized in practice. Moreover, operational decisions such as speed reduction (slow steaming), route optimization and fuel choice move the

relationship between vessel size and carbon intensity beyond a simple linear framework (Cariou, 2011).

Ship year of build is, moreover, one of the key variables determining carbon performance. Newer vessels, owing to technological advances in hull form, propeller design, engine efficiency and auxiliary systems, exhibit lower fuel consumption and emission profiles even at the same capacity level (Bouman et al., 2017). For the new generation of ships constructed under the pressure to comply with IMO regulations, energy efficiency targets are taken into account already at the design stage; this suggests that there may be a systematic relationship between vessel age and carbon intensity. Nevertheless, most studies in the literature focus on average carbon intensity at the fleet level or on scenario-based emission projections, and empirical research that directly examines, at the individual-ship level, the relationship between year of build and capacity-normalized carbon intensity remains limited (Psaraftis, 2019).

In this context, identifying the relationship between vessel size (TEU, GT, DWT) and vessel age (year of build) on the one hand, and CO_2 emissions per TEU-mile on the other, is important from both a scientific and an applied perspective. On the one hand, this relationship can provide a quantitative basis for assessing the environmental rationale for investing in “larger and newer ships”; on the other hand, it can contribute to evaluating the extent to which fleet renewal policies, scrapping decisions and vessel allocation strategies at the service level are aligned with climate targets. In the existing literature, economies of scale in container shipping are mostly analyzed in terms of cost or freight rates, while carbon emissions are often addressed through scenario-based modelling or at the level of total emissions. The relative scarcity of studies that empirically and directly investigate the relationship between vessel size, year of build and capacity-normalized carbon intensity points to a clear research gap in this field.

The aim of this study is to quantitatively analyze the effect of vessel size (TEU, GT, DWT) and year of build on CO_2 emissions per TEU-mile by using ship-level data obtained for a selected sample of container vessels. To this end, an efficiency indicator (kg CO_2 per mile) is first calculated for each vessel and then divided by the vessel’s TEU capacity to derive a new metric, “Normalized Efficiency” = kg CO_2 / (TEU-mile), which succinctly expresses how much CO_2 is emitted to transport one TEU over one nautical mile. Subsequently, the relationships between this capacity-normalized carbon intensity indicator and vessel size (TEU, GT, DWT) as well as year of build are tested by means of correlation analysis and regression models, thereby empirically examining the environmental dimension of economies of scale.

The contribution of the study to the literature can be summarized along three dimensions. First, by using ship-level micro data and examining economies of scale in container shipping directly

in terms of CO_2 intensity per TEU-mile, it adds an environmental dimension to conventional cost-oriented scale analyses. Second, by incorporating year of build into the model alongside vessel size, it provides empirical evidence on the extent to which technological renewal improves carbon intensity. Third, by employing a capacity-normalized indicator, it enables vessels of different sizes and age groups to be assessed using a comparable metric. In these respects, the study aims to provide a micro-level, data-driven contribution to the decarbonization debate in maritime transport and to generate policy-relevant insights for decision-makers and industry stakeholders with regard to fleet planning and investment decisions.

2.Data and Methods

2.1.Data Set and Sample

The emission data used in this study are drawn from the "Publication of information" data set released under the European Union's Monitoring, Reporting and Verification (EU MRV) system for maritime transport. In the analysis, we use the "[2024-v123-27.11.2025]" version of this data set, which was obtained from the European Commission's online portal. The data set contains, at ship and company level, annual CO_2 emissions, distance travelled, time at sea and related operational indicators for ships of 5,000 GT and above calling at EU/EEA ports during a given reporting period.

From this database, vessels classified as "container ship" in the ship type field were filtered, and 51 container ships were then selected from this pool by simple random sampling **(Table 1)**. During sampling, commercial attributes such as shipowner, liner service or flag state were not taken into account; instead, vessels were selected only among those for which data completeness was ensured in terms of the core emission variables (annual CO_2, distance, kg CO_2 per mile, etc.). In this way, a general sample of container ships was constructed that is not specific to any particular company or trade route and is based on ship-level annual performance indicators.

Table 1. Data for the selected sample of 51 container ships

IMO No	Distance travelled (n miles)	Annual CO2 (Tons)	CO_2 emissions per distance (Tonnes)	Fuel consumption per distance [kg / n mile]	Year of Build	GT	DWT	TEU
9706891	98295	116097	1,181	378.96	2015	178228	116356	18000
9321524	91945	107509	1,169	377.01	2007	170794	156907	17816
9893929	83184	106429	1,279	411.30	2021	235579	241960	23992
9893955	85311	104762	1,228	394.15	2022	236228	224982	24004
9893979	83937	102731	1,224	393.70	2022	236228	241816	24004
9893993	84135	102031	1,213	390.22	2022	236228	241800	24004
9897004	79291	101801	1,284	412.24	2021	228786	255288	23656
9702132	97529	101783	1,044	334.58	2015	175688	186745	17722
9632179	91809	101651	1,107	355.62	2015	194849	214100	18270
9909132	80433	101609	1,263	407.21	2022	236228	241816	24004
9839442	83045	100699	1,213	389.21	2019	232618	254042	23756
9783538	101112	100552	0,994	318.98	2018	194864	201823	20119
9702144	96531	100150	1,037	332.98	2015	177381	186529	17722
9893890	82269	99452	1,209	388.04	2021	235579	241960	23992
9783514	99888	98016	0,981	314.84	2018	196670	197087	20038
9893905	83346	97764	1,173	376.44	2021	235579	241960	23992
9783526	105043	97574	0,929	298.02	2018	194864	202015	20038
9783502	104911	97114	0,926	296.98	2018	196670	197061	20038
9789635	101672	96873	0,953	305.72	2018	196670	196913	20038
9893917	80704	96863	1,200	385.28	2021	235579	241960	23992
9313228	52006	17388	0,334	106.35	2005	16324	15955	1638
9305893	56871	17379	0,306	97.99	2005	17665	22033	1529
9394882	40837	17334	0,424	137.08	2009	35800	43177	3075
9344667	47127	17332	0,368	117.60	2007	22914	28178	1819
9483683	66686	17329	0,260	83.30	2011	10318	12900	1036
9235610	70777	17307	0,245	76.28	2003	9528	12895	1102
9277395	83257	17299	0,208	66.64	2003	7519	8627	820
9337444	21260	17289	0,813	260.62	2008	90507	103614	8241
9388510	66314	17274	0,260	83.36	2007	8246	11166	974
9302097	27740	17262	0,622	199.29	2006	68570	71291	5642
9930959	21215	17229	0,812	260.16	2023	149944	175897	15413
9780873	20157	17226	0,855	274.21	2017	141950	148384	14414
9936393	25973	17190	0,662	211.60	2024	155545	171947	15516
9344710	67606	17169	0,254	81.56	2007	17360	22267	1853
9152856	43847	17139	0,391	124.96	1998	30495	35848	2825
9312418	48113	17117	0,356	114.00	2005	25406	33868	2478
9326990	74071	17049	0,230	72.64	2006	9990	11206	862
9277400	78047	17025	0,218	69.93	2003	7519	8635	822

9198123	42203	17024	0,403	128.38	2000	56660	26169	1321
9419797	8779	14367	1,637	525.04	2010	35998	42011	3506
9399038	4010	5564	1,388	441.92	2010	151559	187080	13798
9839272	54680	70988	1,298	416.62	2019	228741	224999	23656
9943279	6137	7696	1,254	402.20	2024	236680	241638	24004
9896995	75018	92767	1,237	397.08	2021	228786	228406	23656
9839296	73487	90373	1,230	394.85	2019	228741	228111	23656
9839466	85311	81047	0,950	393.97	2019	232618	254042	23756
9839284	61479	75428	1,227	393.85	2019	228741	224983	23656
9321512	32962	40219	1,220	392.06	2007	170794	158200	17816
9897016	70927	86453	1,219	391.42	2021	228786	228406	23656
9502960	37364	45203	1,210	388.42	2013	141754	140973	13092
9755945	12936	15535	1,201	385.42	2016	193489	221354	19462

Some technical fields in the EU MRV data set (such as GT, DWT, TEU and year of build) are not available in a complete and consistent manner for every ship. Therefore, in this study the corresponding vessel size variables were complemented using the VesselFinder platform. For each vessel, the IMO number reported in the EU MRV file was first taken as the primary identifier, and then records with the same IMO number were retrieved from VesselFinder to obtain GT, DWT, TEU capacity and year of build information at the ship level. In this way, a merged data set was constructed in which emission indicators originate from the EU MRV system, while technical indicators related to vessel size are drawn from an AIS-based online database.

Consequently, the data set used in this study consists of a cross-sectional sample of 51 container ships for the same reporting period. Each observation represents the total operation of a single vessel within a given year; hence, the data take the form of ship-level annual performance indicators. For each ship included in the data set, the following variables were compiled: ship name, IMO number, total distance travelled during the period (distance travelled, nautical miles), annual CO_2 emissions (tons), CO_2 emissions per nautical mile (CO_2 emissions per distance, tons/n mile), efficiency (kg CO_2/mile), fuel consumption per nautical mile (fuel consumption per distance, kg/n mile), year of build, GT (gross tonnage), DWT (deadweight tonnage) and nominal TEU capacity. The data set is not confined to a specific service, shipowner or route; rather, it is structured around ship-level technical characteristics and annual performance indicators. Company, service and route information are anonymized in the analysis, which focuses exclusively on vessel size, vessel age and emission efficiency.

2.2. Variables and Indicators

The main objective of the study is to reveal the relationship between vessel size, vessel age and capacity-normalized carbon intensity. For this purpose, a set of indicators is derived from the raw variables in the data set.

2.2.1. Dependent variable: Capacity-normalized carbon intensity

The overall efficiency indicator reported for each ship is defined as:

$$\text{Efficiency}_i = \frac{\text{Annual } CO_{2i} \text{ (kg)}}{\text{Total distance travelled}_i \text{ (n miles)}}$$

This expression represents the CO_2 emissions per nautical mile (kg CO_2/n mile) for vessel i. In the present study, this indicator is further normalized by the TEU capacity of the vessel and redefined as follows:

$$\text{Normalized Efficiency}_i = \frac{\text{Efficiency}_i}{\text{TEU}_i} = \frac{\text{kg } CO_2 \text{ / n mil}}{\text{TEU}} = \text{kg } CO_2 \text{ / (TEU-mil)}$$

This indicator captures "how much CO_2 is emitted to transport one TEU over one nautical mile" and is used as the main dependent variable of the analysis.

2.2.2. Independent variables: vessel size and year of build

Vessel size is represented by three different capacity indicators:

- TEU_i: container carrying capacity of vessel i (in TEU)
- GT_i: gross tonnage of vessel i
- DWT_i: deadweight tonnage of vessel i

In addition, the following variable is used to proxy vessel age / technological level:

- YearBuilt_i: year of build of vessel i

In the analyses, the year of build is mostly used directly as a calendar year. However, for ease of interpretation it can, where appropriate, be transformed into vessel age as:

$$\text{Age}_i = \text{Reference year} - \text{YearBuilt}_i$$

The specific form adopted in the article (year of build versus age) will be chosen according to the specification that most clearly conveys the results (for example, "carbon intensity decreases as the year of build increases / as vessel age decreases").

2.2.3. Control variables (optional)

Because the data set does not contain direct information on load factor, average speed, fuel type or route characteristics, these variables cannot be included in the model as control variables. However, indicators such as total distance travelled and annual total CO_2 emissions are used at the descriptive analysis stage to compare the operational profiles of the vessels and to assess potential outliers.

2.3. Research Questions and Hypotheses

This study seeks to address the following core research questions (RQs):

- **RQ1:** As vessel size (TEU, GT, DWT) increases in container shipping, how does CO_2 emissions per TEU-mile (*Normalized Efficiency*) change?
- **RQ2:** Does the year of build have a statistically significant effect on capacity-normalized carbon intensity once vessel size is controlled for?
- **RQ3:** Is the relationship between vessel size and normalized carbon intensity linear, or do diminishing returns in efficiency gains emerge beyond a certain scale?

In line with these questions, the following hypotheses are developed:

- **H1a:** As vessel TEU capacity increases, *Normalized Efficiency* decreases.
- **H1b:** As vessel GT increases, *Normalized Efficiency* decreases.
- **H1c:** As vessel DWT increases, *Normalized Efficiency* decreases.

The H1 set tests the assumption that economies of scale in container shipping have an environmental dimension, i.e. that larger vessels exhibit lower CO_2 intensity per TEU-mile.

- **H2:** Newer vessels (with higher year of build) have lower capacity-normalized carbon intensity, conditional on vessel size.
- **H3:** The relationship between vessel size and *Normalized Efficiency* is non-linear; beyond a certain capacity threshold, additional increases in scale exhibit diminishing marginal efficiency gains, even if carbon intensity continues to decline.

These hypotheses are tested in the empirical analysis (Section 4) through the regression models introduced below.

2.4. Research Model and Statistical Method

In this study, descriptive statistics and graphical representations are first employed to understand the structure of the data and to identify potential outliers. Subsequently, correlation analysis and regression models are used to test the hypotheses.

2.4.1. Descriptive statistics

In the first stage, for all variables the following descriptive statistics were computed:

- mean and median,
- minimum and maximum values,
- standard deviation and interquartile range (IQR).

For the distribution of *Normalized Efficiency*, histograms and box plots were used to assess potential outliers. Outliers were not excluded from the analysis as long as they could be interpreted as genuine differences between vessels rather than data entry errors; however, they were explicitly noted in the interpretation of the results.

2.4.2. Correlation analysis

In the second stage, Pearson correlation coefficients were calculated between:

- *Normalized Efficiency* and TEU, GT, DWT and YearBuilt, and
- the vessel size indicators themselves (TEU, GT, DWT).

This step served two purposes: first, to obtain initial empirical evidence regarding hypotheses H1–H2; and second, to inform the specification of the regression models in light of the expected high correlations among the size indicators (i.e. potential multicollinearity between TEU, GT and DWT).

2.4.3. Regression models

The main empirical tool of the study is a set of linear regression models estimated in a stepwise fashion. The basic dependent variable is

$$Y_i = \text{Normalized Efficiency}_i,$$

and TEU is used as the primary scale indicator in the models. There are two main reasons for this choice: (i) in container shipping, TEU directly represents carrying capacity, and (ii) GT and DWT are highly correlated with TEU, so including them simultaneously in the same specification would increase the risk of multicollinearity.

The core models estimated in the study can be summarized as follows:

Model 1 – Simple scale model:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \varepsilon_i$$

This model tests the effect of economies of scale on carbon intensity solely through vessel capacity and serves as the main reference specification for hypothesis H1a.

Model 2 – Scale and year of build:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \beta_2 \text{YearBuilt}_i + \varepsilon_i$$

Model 2 examines the effect of year of build on capacity-normalized carbon intensity while controlling for vessel size, thereby testing hypothesis H2. For ease of interpretation, the year of build may, if desired, be replaced by vessel age (Age_i) in an alternative specification.

Model 3 – Non-linear scale effect:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \beta_2 [\ln(\text{TEU}_i)]^2 + \beta_3 \text{YearBuilt}_i + \varepsilon_i$$

In this model, the inclusion of the term $[\ln(\text{TEU}_i)]^2$ allows us to test whether the effect of vessel size on carbon intensity exhibits diminishing returns or a U-shaped pattern. This specification is used to test hypothesis H3. The sign and magnitude of β_2 provide insights into the capacity range beyond which additional increases in scale yield smaller marginal efficiency gains.

In addition, as part of the robustness analysis, alternative models are estimated in which GT and DWT are included separately instead of TEU, using similar functional forms. This allows us to assess the consistency of the findings across different definitions of vessel size.

In all regression analyses, standard diagnostic checks are performed for residual normality, multicollinearity (variance inflation factors, VIF) and heteroskedasticity. Where necessary, robust standard errors are employed to enhance the reliability of the results. All statistical analyses are conducted using a widely used statistical software package (SPSS).

3.Results

3.1. Descriptive Statistics

The capacity-normalized carbon intensity indicator defined in this study,

$$\text{Normalized Efficiency} = \frac{\text{Efficiency (kg } CO_2\text{/mile)}}{\text{TEU}}$$

was computed for all 51 container vessels in the sample. The resulting distribution indicates that CO_2 emissions per TEU-mile are highly heterogeneous across vessels.

Table 2. Descriptive statistics

Variable	N	Mean	Std. Dev.	Min	Median	Max
TEU	51	14593.941	9295.488	820.0	17816.0	24004.0
GT	51	145377.588	89154.603	7519.0	177381.0	236680.0
DWT	51	149556.471	91448.750	8627.0	186745.0	255288.0
Year of build	51	2014.0	7.261	1998.0	2016.0	2024.0
Annual CO_2 (tons)	51	58518.843	40859.576	5564.0	70988.0	116097.0
Normalized efficiency	51	0.109	0.092	0.043	0.059	0.467

For *Normalized Efficiency*, values range from approximately 0.043 to 0.467 kg CO_2/(TEU-n mile). The mean is about 0.11, while the median is approximately 0.059 kg CO_2/(TEU-n mile), indicating a right-skewed distribution. In other words, a small number of vessels exhibit relatively high carbon intensity, whereas the majority are clustered at lower values.

Regarding vessel size indicators:

- TEU capacity ranges from 820 to 24,004 TEU, with a median of approximately 17,816 TEU and first and third quartiles of around 2,950 and 23,656 TEU, respectively.
- DWT ranges from 8,627 to 255,288 tons.
- GT ranges from 7,519 to 236,680.

The year of build varies between 1998 and 2024, with a median of 2016, suggesting that the sample as a whole represents a relatively young fleet.

Total annual CO_2 emissions at the vessel level range from 5,564 to 116,097 tons, with a median of approximately 70,988 tons and a mean of about 58,519 tons. This pattern indicates that the sample includes both relatively small, low-emission vessels and large ships with substantially higher emission levels.

3.2. Relationship Between Vessel Size, Year of Build and Carbon Intensity

As a first step, the linear relationships between *Normalized Efficiency* and vessel size and year of build were examined by means of correlation analysis. The resulting Pearson correlation coefficients are summarized in Figure 1.

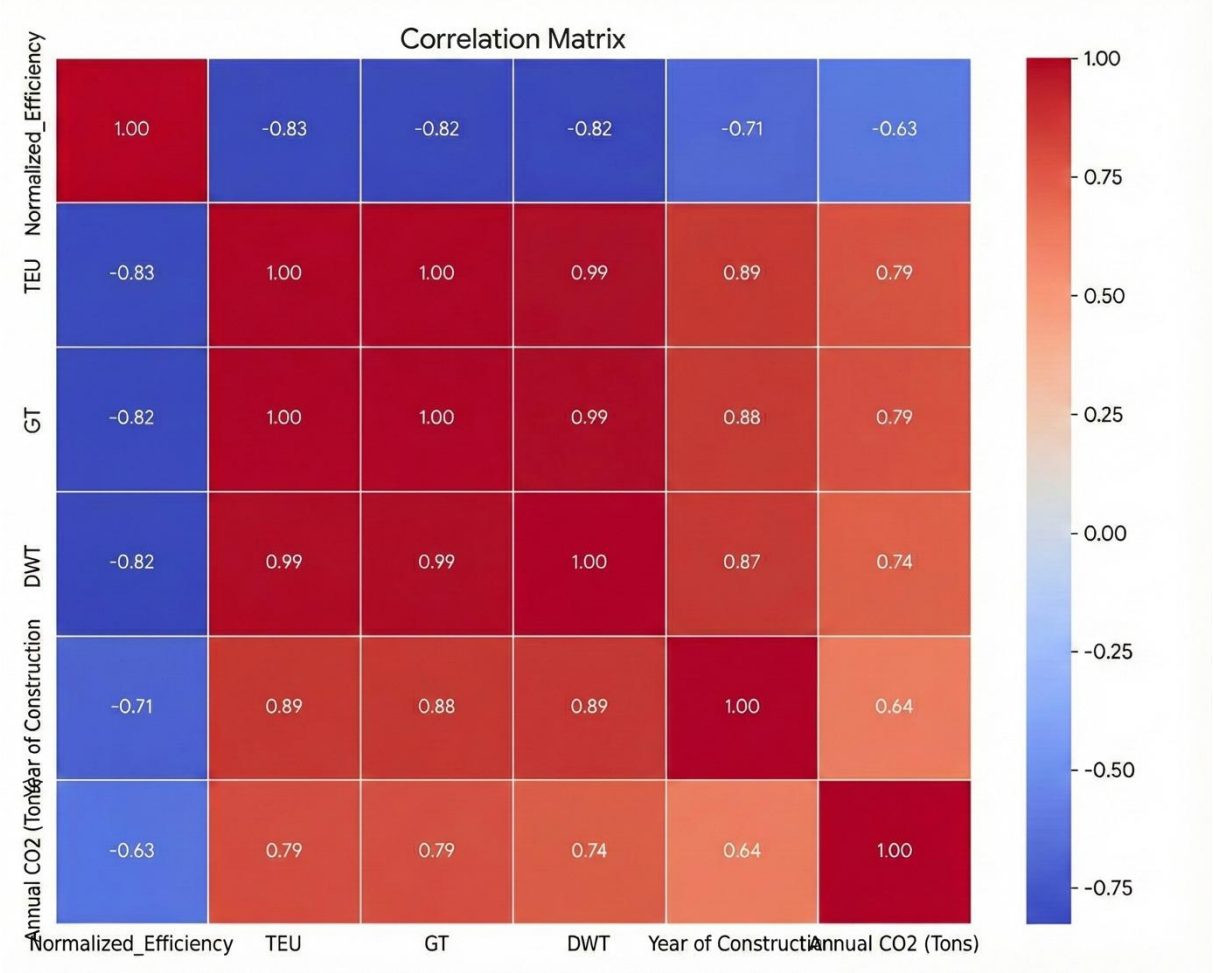


Figure 1: Correlation matrix

- Normalized Efficiency – DWT: $r \approx -0.82$
- Normalized Efficiency – GT: $r \approx -0.82$
- Normalized Efficiency – Year of build: $r \approx -0.71$
- Normalized Efficiency – Annual CO_2 (tons): $r \approx -0.63$

These results are broadly consistent with hypotheses H1a–H1c: as vessel size increases (in terms of TEU, GT and DWT), capacity-normalized carbon intensity declines markedly. Similarly, the negative correlation between year of build and *Normalized Efficiency* indicates that newer vessels (and, by implication, fleets with more recent technology) tend to exhibit lower CO_2 emissions per TEU-mile.

At the same time, there are strong positive correlations between the scale indicators (TEU, GT, DWT) and year of build (for example, the correlation between TEU and YearBuilt is

approximately 0.89). This suggests that larger vessels also tend to be newer, and that the effects of size and age cannot be fully disentangled without multivariate analysis.

Table 3. Regression analysis results (dependent variable: Normalized Efficiency)

Metric	Model 1	Model 2	Model 3
R-squared	0.737	0.738	0.739
Adj. R-squared	0.732	0.727	0.722
F-statistic	137.47	67.52	44.34
Constant	0.6974 (0.000)	0.7220 (0.000)	0.4260 (0.518)
ln(TEU)	-0.0645 (0.000)	-0.0672 (0.000)	0.0063 (0.969)
mean(Year of build)	–	0.0005 (0.757)	0.0010 (0.624)
[ln(TEU)]²	–	–	-0.0044 (0.649)

3.3.1. Model 1 – Simple scale model

The first model tests only the effect of vessel size:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \varepsilon_i$$

The estimation results can be summarized as follows:

- $\beta_0 \approx 0.70$
- $\beta_1 \approx -0.065$ $(p < 0.001)$
- The explanatory power of the model is $R^2 \approx 0.74$, indicating that approximately 74% of the variance in *Normalized Efficiency* can be explained by TEU alone.
- The overall model is highly significant $(F(1,49) \approx 137.5; p < 0.001)$.

The negative and statistically significant β_1 coefficient confirms that CO_2 intensity per TEU-mile decreases as vessel capacity increases. For example, based on the model estimates:

- for a vessel of about 2,000 TEU, *Normalized Efficiency* is approximately 0.21 kg CO_2/(TEU-n mile),
- whereas for a vessel of about 20,000 TEU, it is around 0.06 kg CO_2/(TEU-n mile).

Comparing these two cases, a roughly tenfold increase in capacity is associated, according to the model, with a reduction of about 70% in carbon intensity per TEU-mile. This finding provides strong evidence for the environmental dimension of economies of scale in container shipping.

3.3.2. Model 2 – Scale and year of build

In the second model, the scale effect is retained and a mean-centered year-of-build variable (Year_c) is added:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \beta_2 \text{Year}_{ci} + \varepsilon_i$$

The main results are as follows:

- β_1 remains significantly negative ($p < 0.001$),
- by contrast, the coefficient β_2 is not statistically significant ($p \approx 0.76$),
- the explanatory power of the model is $R^2 \approx 0.74$, providing no substantial improvement over Model 1.

These findings indicate that the negative bivariate relationship observed between year of build and *Normalized Efficiency* ($r \approx -0.71$) is, to a large extent, jointly explained by vessel size. In this sample, the pattern that "newer ships are more efficient" appears to arise mainly from the fact that these vessels also tend to have larger capacities; once scale is controlled for, year of build does not provide additional explanatory power. Therefore, while hypothesis H2 is supported at the bivariate level, it cannot be strongly confirmed as an independent effect within the multivariate regression framework.

3.3.3. Model 3 – Non-linear scale effect

To test whether there are diminishing returns to economies of scale, the term $[\ln(\text{TEU}_i)]^2$ is added to the model:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TEU}_i) + \beta_2 [\ln(\text{TEU}_i)]^2 + \beta_3 \text{Year}_{ci} + \varepsilon_i$$

In this specification:

- both β_2 (the quadratic term) and β_3 are not statistically significant,
- the explanatory power of the model ($R^2 \approx 0.74$) does not increase meaningfully compared with Models 1 and 2.

Therefore, in terms of functional form (a strict quadratic relationship), there is no strong statistical evidence to support hypothesis H3. Nevertheless, as discussed below, comparisons across capacity groups point to practically relevant diminishing marginal gains in efficiency.

3.4. Comparisons Across Capacity Groups and Assessment of the Hypotheses

When the vessels are divided into three approximately equal groups based on their TEU capacity (about 820–13,000 TEU = "small", 13,000–23,600 TEU = "medium", and ≥23,600

TEU = “large”) and the group means of *Normalized Efficiency* are compared, the following results are obtained:

Table 4. Comparative analysis by scale groups

Scale group	Mean	Count	Std. Dev.
Small (< 13k)	0.2155	17	0.0902
Medium (13k–23.6k)	0.0603	17	0.0157
Large (≥ 23.6k)	0.0517	17	0.0015

For the three capacity groups, the mean values of *Normalized Efficiency* are as follows:

- **Small vessels:** mean ≈ 0.216 kg CO_2/(TEU-n mile)
- **Medium-sized vessels:** mean ≈ 0.060 kg CO_2/(TEU-n mile)
- **Large vessels:** mean ≈ 0.052 kg CO_2/(TEU-n mile)

Accordingly:

- Medium-sized vessels exhibit approximately **72% lower** carbon intensity per TEU-mile compared with small vessels.
- Large vessels have roughly **76% lower** carbon intensity than small vessels.
- The difference between the medium and large groups is relatively modest: large vessels provide only an additional improvement of around **14%** over medium-sized vessels.

These findings indicate that scale enlargement yields particularly strong gains in carbon efficiency when moving from small to medium-sized vessels, whereas the marginal benefits between the medium and large segments are weaker. Thus, although hypothesis H3 cannot be confirmed in a strict functional sense through the quadratic regression specification, the group-wise comparisons point to **practically relevant diminishing marginal returns to scale**.
At the same time, the distribution of *Normalized Efficiency* contains a number of outliers. In particular, some vessels in the lower and medium capacity range (≈ 800–3,500 TEU) display very high carbon intensities in the range of 0.20–0.47 kg CO_2/(TEU-n mile). These ships are typically characterized by relatively old years of build and lower efficiency levels and can be regarded as “priority improvement candidates” for future policy interventions and fleet renewal decisions.

In summary:

- **H1a–H1c** (declining carbon intensity with increasing scale) are strongly supported by both the correlation analysis and the regression results.
- **H2** (an additional, scale-independent beneficial effect of year of build) is supported at the bivariate level, but once TEU capacity is included in the model, year of build does not emerge as an independent and statistically significant determinant.
- **H3** (a non-linear relationship with diminishing returns) is not clearly confirmed in the formal regression models; however, the comparisons across capacity groups reveal very substantial reductions in carbon intensity when moving from small to larger segments, and more limited gains between the medium and large groups.

Overall, these results suggest that economies of scale in container shipping are meaningful not only from a cost perspective but also in terms of carbon intensity. However, this environmental advantage is particularly pronounced when shifting away from small tonnage towards larger vessels. The next section discusses these findings in the light of the existing literature and sectoral dynamics, and considers their potential implications for fleet planning and policy design.

4. DISCUSSION

One of the most striking findings of this study is the strong negative relationship between vessel TEU capacity and CO_2 emissions per TEU-mile. The fact that the correlation coefficients between *Normalized Efficiency* and TEU, GT and DWT are all around −0.8, and that a simple regression model including only in (TEU) explains roughly 74% of the variance in carbon intensity, indicates that economies of scale in container shipping are pronounced not only in terms of cost but also in terms of carbon intensity. The comparisons across size groups reinforce this picture: while the average CO_2 intensity per TEU-mile for small vessels (≈ 820–13,000 TEU) is about 0.216 kg CO_2/(TEU-n mile), the corresponding values for medium-sized and large vessels fall in the range of 0.06–0.05 kg CO_2/(TEU-n mile). This implies that moving from small to larger vessel segments is associated with reductions in carbon intensity per TEU-mile of more than 70%. These results are consistent with the literature showing that the growth in container ship size reduces slot costs and suggest that the environmental dimension of economies of scale is likewise substantial.

From this perspective, the answer to the question “bigger is greener?” for the specific data set used in this study can be formulated—subject to an important caveat—as “conditionally yes.”

The key caveat stems from the fact that the indicator used here is normalized by nominal TEU capacity. The carbon intensity per TEU-mile for a given vessel is calculated on the basis of its design capacity; if in actual operations its load factor systematically remains below this capacity level, the “true” emissions per unit of cargo carried will be higher. Since the present data set does not contain information on load factors, it is not possible to claim that larger vessels are always and under all circumstances more environmentally friendly. What can be stated, however, is that under a given capacity utilization assumption, scaling up vessel size reduces carbon intensity in a meaningful way. This has important implications for fleet planning and service design: for a given level of demand, serving the same transport volume with fewer but larger ships instead of many smaller vessels may potentially lead to lower total CO_2 emissions and lower carbon intensity per TEU-mile. At the same time, demand volatility, hinterland connectivity, port infrastructure and draft constraints mean that a “bigger is always better” approach is neither economically nor operationally feasible on every trade lane. The results should therefore be interpreted as indicating that scale enlargement can be environmentally advantageous, but only when considered jointly with the appropriate route–port–demand configuration and sufficient load factors.

Although the non-linear terms in the regression models are not statistically significant and thus do not provide strong formal support for a quadratic relationship, the comparisons across capacity groups point to practically relevant diminishing marginal returns. The decline in carbon intensity is very steep when moving from small to medium-sized vessels, whereas the difference between medium and large vessels is relatively modest. This suggests that economies of scale are very strong up to a certain capacity threshold and more moderate thereafter. Such a pattern allows for the following interpretation: vessels below a certain capacity (in this sample, roughly below 2,000–3,000 TEU) appear clearly disadvantaged in terms of both technical efficiency and carbon intensity, whereas medium and large ships (≈ 13,000 TEU and above) converge towards similar levels of CO_2 intensity per TEU-mile and thus indicate an “effective scale range” from an environmental perspective. From a logistics standpoint, this finding supports the search for an optimal ship size at the service level rather than a blanket preference for “ever larger ships.” Given the pressures that very large vessels place on port infrastructure, quay depth, crane capacity and terminal productivity, as well as the risk of operating at partial load under volatile demand, the carbon-intensity advantages of larger vessels need to be assessed alongside their implications for operational flexibility and infrastructure costs.

Another important finding is that, despite the strong negative bivariate relationship between year of build and *Normalized Efficiency*, year of build does not emerge as an independent and significant explanatory variable once scale (TEU) is included in the model. This reflects a pronounced collinearity pattern in the data; whereby larger ships also tend to be newer. Thus, although the bivariate correlation appears to support the statement "newer ships are more efficient," in the context of multiple regression a substantial part of this effect is in fact captured by scale—newer ships in this sample are also larger. In other words, the contribution of technological progress to carbon intensity is, in this data set, tightly intertwined with scale enlargement, and it becomes difficult to identify a "pure age effect" net of scale. From the perspective of fleet renewal strategies, this suggests that the environmental benefits of investment in new ships are driven not only by technological improvements but also, in many cases, by simultaneous increases in capacity. Unless a more balanced sample is constructed that allows comparison of different age classes within the same TEU band, statistically disentangling the effect of age alone remains challenging. For this reason, while hypothesis H2 (that newer vessels are more carbon-efficient independently of scale) is supported at the bivariate level, it cannot be strongly confirmed as an independent effect within the present data and model structure. This points to the need for future studies to employ more balanced samples that include different age groups within similar capacity bands.

The findings of this study offer several concrete implications for maritime stakeholders and policymakers. First, in the context of fleet planning and investment decisions, transforming fleets away from small-tonnage ships towards larger-capacity vessels has the potential—under conditions of sufficient demand and adequate port infrastructure—to significantly reduce CO_2 intensity per TEU-mile. This, in turn, supports fleet transitions aligned with both the IMO's carbon-intensity targets and corporate sustainability strategies. Second, a substantial share of the vessels with high *Normalized Efficiency* values (i.e. relatively carbon-intensive vessels) are both small in capacity and of older vintages. These ships can be considered "priority intervention candidates" for strategies such as scrapping, retrofitting (e.g. hull coatings, propeller optimization) or redeployment to secondary markets. Third, from a regulatory and incentive-design perspective, giving greater prominence to capacity-normalized indicators such as CO_2 emissions per TEU-mile—rather than focusing solely on total emissions—could facilitate the identification and targeting of relatively inefficient vessels within fleets. This would enable the design of more fine-grained incentive or penalty schemes (e.g. differentiated taxes, subsidies or green finance conditions) across different size and age segments. Finally, from the viewpoint of port and service design, the carbon-intensity advantage of large vessels

also entails substantial investments on the port side in terms of quay, depth, crane capacity and terminal productivity. Thus, a “larger ships” strategy cannot be considered solely at the shipowner level but must be evaluated holistically within the port–hinterland–service triangle.

The results of this study should be interpreted in light of several important limitations. First, the data set provides a cross-sectional snapshot for a single period; it does not allow for tracking changes in individual vessel performance over time or dynamic fleet-level adjustments as would be possible with panel data. Consequently, scale and age effects have to be interpreted independently of the time dimension. Second, the absence of operational variables such as load factor, average speed, fuel type and route characteristics restricts the analysis to structural (design-related) factors; the influence of operational strategies on carbon intensity falls outside the scope of this study. This is particularly relevant on services where large vessels operate with low or partial load factors, in which case capacity-normalized emissions may appear more favorable than they actually are. Third, the relatively limited sample size (51 vessels) and the fact that large ships in the sample are predominantly of recent build make it difficult to statistically separate scale and age effects. A larger and more balanced sample, including different age groups within the same TEU bands, would enable a clearer test of this relationship in future research.

Despite these limitations, the study systematically examines the relationship between economies of scale and carbon intensity in container shipping using ship-level micro data and CO_2 emissions per TEU-mile as the core indicator. It thereby provides concrete evidence on the environmental dimension of scale enlargement. Extending similar models with richer data sets that incorporate speed profiles, load factors and fuel types would allow future research to evaluate both the debate on optimal ship size and the broader agenda of shipping decarbonization within a more comprehensive framework.

5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This study examined the relationship between economies of scale and carbon intensity in container shipping using ship-level micro data. For a sample of 51 container vessels, an efficiency indicator capturing CO_2 emissions per nautical mile was divided by each ship’s TEU capacity to derive a capacity-normalized metric. This indicator can be straightforwardly interpreted as “the amount of CO_2 emitted to transport one TEU over one nautical mile” and was used as the main dependent variable of the analysis.

The results show that carbon intensity per TEU-mile decreases markedly as vessel size increases. Strong and negative relationships were found between capacity-normalized emissions and the indicators representing vessel size (TEU, GT and DWT). The fact that even

a simple model based solely on TEU capacity explains a large share of the variation in carbon intensity across ships indicates that the environmental dimension of economies of scale is quite pronounced. Small-tonnage vessels exhibit substantially higher CO_2 emissions per TEU-mile than medium and large ships, suggesting that, under appropriate conditions, transforming fleets away from small vessels towards larger ones has significant potential to reduce carbon intensity. The bivariate relationship between year of build and capacity-normalized carbon intensity is also negative; at first glance, newer ships appear to have lower carbon intensity. However, once vessel size is included in the model, year of build no longer has an independent and statistically significant effect. This indicates that, in the present sample, scale and age effects are intertwined because larger ships also tend to be newer, and that the contribution of technological progress to carbon intensity is, to a considerable extent, realized in conjunction with scale enlargement. For this specific data set, it is therefore not possible to interpret the statement "newer ships are more efficient" as a pure age effect fully disentangled from scale.

The study makes several theoretical and empirical contributions. First, it extends the debate on economies of scale in container shipping beyond cost and freight rates by examining the scale–environment nexus directly in terms of TEU-mile-based carbon intensity, thereby enabling a micro-data test of this relationship. Second, the indicator that normalizes emissions per nautical mile by TEU capacity allows the environmental performance of vessels of different sizes to be assessed using a common and comparable metric. Third, by making visible the strong relationship between vessel size and year of build, the study highlights the limitations of treating "ship age"—which is frequently used in the literature—as a technology proxy that is independent of scale.

The findings also give rise to several concrete recommendations for shipowners, fleet managers, liner operators and policymakers. From the standpoint of fleet planning and investment, shifting fleets from small and relatively old vessels towards larger and more efficient ships can be a rational strategy both economically and environmentally, provided that sufficient demand and adequate port infrastructure are in place. Vessels with high values of capacity-normalized emissions can be considered priority candidates for interventions such as retrofitting (e.g. hull coatings, propeller optimization), speed optimization, service reconfiguration or scrapping. From a regulatory perspective, the more systematic use of capacity-normalized indicators such as emissions per TEU-mile could help identify relatively inefficient ships within fleets and support the design of more targeted incentive and penalty schemes across different vessel segments. In port and route planning, the carbon-intensity advantage of larger vessels also needs

to be assessed together with hinterland connectivity, berth depth and terminal capacity, and thus evaluated within a holistic framework.

At the same time, the results should be interpreted in light of several important limitations. The data set provides a cross-sectional snapshot for a single reporting period and does not allow analysis of performance changes over time or of the dynamic evolution of fleet composition. Moreover, the absence of operational variables such as load factor, average speed, fuel type and route characteristics means that the models focus primarily on structural factors; the impact of operational strategies on carbon intensity falls outside the scope of this study. The limited sample size and the fact that most large vessels in the sample are also of recent build further complicate the statistical separation of scale and age effects.

Despite these limitations, the study investigates the relationship between economies of scale and carbon intensity in container shipping using a capacity-normalized indicator based on CO_2 emissions per TEU-mile and offers a useful framework for both academic research and practical applications. Future work using richer data sets that cover different ship types, trade lanes and operational variables—such as speed profiles, load factors and fuel types—could jointly address the interaction between scale, age and operations, and provide more comprehensive and comparable empirical evidence to inform the decarbonization of maritime transport.

REFERENCES

Bernhofen, D. M., El-Sahli, Z., & Kneller, R. (2016). Estimating the effects of the container revolution on world trade. *Journal of International Economics*, *98*, 36–50.

Bouman, E. A., Lindstad, E., Rialland, A. I., & Strømman, A. H. (2017). State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping–A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *52*, 408–421.

Cariou, P. (2011). Is slow steaming a sustainable means of reducing CO2 emissions from container shipping? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *16*(3), 260–264.

Cullinane, K., & Khanna, M. (2000). Economies of scale in large containerships: Optimal size and geographical implications. *Journal of Transport Geography*, *8*(3), 181–195.

Development (UNCTAD). (2023). *Review of maritime transport 2023: Towards a green and just transition*. Stylus Publishing, LLC. https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=3J_2EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=UNCTAD.+(2023).+Review+of+Maritime+Transport+2023.+United+Nations.&ots=2JdplVCh0t&sig=C1HXMhBkyD0tlDLNwYtN-0sMsFM

Ge, J., Zhu, M., Sha, M., Notteboom, T., Shi, W., & Wang, X. (2021). Towards 25,000 TEU vessels? A comparative economic analysis of ultra-large containership sizes under different market and operational conditions. *Maritime Economics & Logistics*, *23*(4), 587–614.

Haralambides, H. E. (2019). Gigantism in container shipping, ports and global logistics: A time-lapse into the future. *Maritime Economics & Logistics*, *21*(1), 1–60. https://doi.org/10.1057/s41278-018-00116-0

Joung, T.-H., Kang, S.-G., Lee, J.-K., & Ahn, J. (2020). The IMO initial strategy for reducing Greenhouse Gas(GHG) emissions, and its follow-up actions towards 2050. *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, *4*(1), 1–7. https://doi.org/10.1080/25725084.2019.1707938

Kosowska-Stamirowska, Z. (2020). Network effects govern the evolution of maritime trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(23), 12719–12728. https://doi.org/10.1073/pnas.1906670117

Lindstad, H., Asbjørnslett, B. E., & Strømman, A. H. (2012). The Importance of economies of scale for reductions in greenhouse gas emissions from shipping. *Energy Policy*, *46*, 386–398.

Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2008). Containerisation, Box Logistics and Global Supply Chains: The Integration of Ports and Liner Shipping Networks. *Maritime Economics & Logistics*, *10*(1–2), 152–174. https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100196

Perera, L. P., & Mo, B. (2017). Marine engine-centered data analytics for ship performance monitoring. *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, *139*(2), 021301.

Psaraftis, H. N. (2019). Decarbonization of maritime transport: To be or not to be? *Maritime Economics & Logistics*, *21*(3), 353–371. https://doi.org/10.1057/s41278-018-0098-8

DİLLERİN YOK OLUŞ TÜRLERİ VE NEDENLERİ ÜZERİNE

Recep HATİPOĞLU
Bursa Uludağ Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, Bursa
ORCID: 0000-0002-7229-180X

ÖZET

Dil, iletişim amacıyla tesadüfe dayalı ve üzerinde anlaşmaya varılmış semboller sistemi ile evrene ilişkin düşüncelerin kodlanması olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile dil, diğer bireylerle iletişim kurmak için kullanılan bir koddur ve her bir dil bireylerin iletişim kurmak amacıyla kullandığı tesadüfi semboller sisteminden oluşmaktadır. Diller yaşayan ve değişen bir yapıya sahiptir, yani kurallar zamanla değişebilir; semboller gelişebilir, yenilenebilir; ve diller yok olabilir, farklılaşabilir. İnsanlar iletişim kurmak için dili kullandıkları sürece, belirli diller yok olmaya devam etmiştir. Önemli bir anlamda, eskime, dilin doğal yaşam döngüsünün bir parçasıdır. Aynı zamanda, dilin yok olması son yıllarda salgın boyutlarına ulaştığı için daha da önem kazanmıştır. Bazı dillerin neden yok olup diğerlerinin neden hayatta kaldığına dair araştırmalar, dilbilim ve kültür araştırmalarının önemli bir alanını oluşturmaktadır. Diller bir kültürü temsil eder ve dil yok olduğunda, çoğu zaman o dili ifade eden kültür de onunla birlikte yok olur. "Ölü dil" terimi, suçlama yapıp suçlu bulmaya yönelik acımasız ifadelerden biridir. Dil, artık büyük bir topluluk tarafından konuşulmasa da, hâlâ aktif bir rol oynuyor olabilir. Dilin yok olmasının altında çeşitli nedenler bulunmaktadır. Bu çalışmada, dünyada kaybolan dillerden örnekler verilerek dillerin yok oluş nedenleri ve bu konuda neler yapılabileceği üzerinde durulacaktır.

Anahtar kelimeler: Dil, iletişim, ölü dil, dilin yok olması

TYPES AND CAUSES OF LANGUAGE EXTINCTION

ABSTRACT

Language is defined as the encoding of thoughts about the universe through a system of symbols that are both arbitrary and agreed upon for the purpose of communication. In other words, language is a code used to communicate with other individuals, and each language consists of a system of arbitrary symbols that individuals use to communicate. Languages are living and changing structures, meaning that rules can change over time; symbols can evolve and be renewed; and languages can disappear or diverge. As long as people have used language to communicate, certain languages have continued to disappear. In an important sense, obsolescence is part of the natural life cycle of language. At the same time, it has become even more significant because language extinction has reached epidemic proportions in recent years. Research into why some languages disappear while others survive is an important area of

linguistics and cultural studies. Languages represent a culture, and when a language dies, the culture that expresses it often disappears with it. The term “dead language” is one of those harsh expressions that accuse and condemn. Even if a language is no longer spoken by a large community, it may still play an active role. There are various reasons behind the disappearance of languages. This study will focus on the reasons for the disappearance of languages and what can be done about it, providing examples of languages that have disappeared around the world.

Keywords: Language, communication, dead language, extinction of language

1. GİRİŞ

Sözlü ve yazılı iletişim aracı olan dil, canlı bir varlık olup zamanla farklı kültürlerin karışmasıyla değişikliğe uğrayabilir, gelişebilir veya kaybolabilir. Değişik tanımlara sahip olan dil, en basit ifadeyle ‘’bilgi alışverişi aracı’’ olarak ifade edilir. Böyle bir tanımla dil kavramı, jestleri, mimikleri, beden duruşlarını, ıslıkları, el işaretlerini, yazıları, matematiksel dili, programlama (ya da bilgisayar) dilini ve benzerlerini kapsamış olur (Fischer, 2010: 1). Dil, iletişim amacıyla tesadüfe dayalı ve üzerinde anlaşmaya varılmış semboller sistemi ile evrene ilişkin düşüncelerin kodlanması olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile dil, diğer bireylerle iletişim kurmak için kullanılan bir koddur ve her bir dil bireylerin iletişim kurmak amacıyla kullandığı tesadüfi semboller sisteminden oluşmaktadır. Diller yaşayan ve değişen bir yapıya sahiptir, yani kurallar zamanla değişebilir; semboller gelişebilir, yenilenebilir; ve diller yok olabilir, farklılaşabilir. İnsanlar iletişim kurmak için dili kullandıkları sürece, belirli diller yok olmaya devam etmiştir, yani eskime, dilin doğal yaşam döngüsünün bir parçasıdır. Aynı zamanda, dilin yok olması son yıllarda salgın boyutlarına ulaştığı için daha da önem kazanmıştır. Bazı dillerin neden yok olup diğerlerinin neden hayatta kaldığına dair araştırmalar, dilbilim ve kültür araştırmalarının önemli bir alanını oluşturmaktadır. Diller bir kültürü temsil eder ve dil yok olduğunda, çoğu zaman o dili ifade eden kültür de onunla birlikte yok olur. “Ölü dil” terimi, suçlama yapıp suçlu bulmaya yönelik acımasız ifadelerden biridir. Diğer yandan bir dil, artık büyük bir topluluk tarafından konuşulmasa da, hâlâ aktif bir rol oynuyor olabilir.

2. DİLLERİN YOK OLUŞ NEDENLERİ

Diller her zaman yok olmuştur. Kültürler yükseldikçe ve çöktükçe, dilleri de ortaya çıkmış ve ortadan kaybolmuştur. Yazılı dilin ortaya çıkmasından sonra bunu biraz anlayabiliyoruz, çünkü artık klasik dönemden kalma düzinelerce yok olmuş dilin kayıtları (çeşitli biçimlerde – yazıtlar, kil tabletler, belgeler) elimizde bulunmaktadır – Bitinya, Kilikya, Pisidya, Frigya, Paphlagonya, Etrüsk, Sümer, Elam, Hitit…Avrupa ve Küçük Asya'da konuşulmuş olan yaklaşık 75 soyu tükenmiş dil olduğu biliniyor. (Voegelin & Voegelin, 1977). Ancak, bu bölgede tarihsel kayıtları bulunan soyu tükenmiş diller, hakkında hiçbir bilgimiz olmayan dillerin sadece bir

kısmını oluşturuyor olmalıdır Kapsamımızı, eski dillerin yazılı kayıtlarının büyük ölçüde bulunmadığı tüm dünyaya genişlettiğimizde, geçmişte dillerin yok olma hızı hakkında mantıklı bir tahminde bulunmanın mümkün olmadığını kolayca görebiliriz (Crystal, 2003: 68). Elbette, önceki dönemlerdeki nüfusun büyüklüğü ve toplulukların muhtemel büyüklüğü hakkında tahminlerde bulunabilir ve (her topluluğun kendi diline sahip olduğu varsayımıyla) olası dil sayısı hesaplanabilir. Bu temelde Michael Krauss, 10.000 yıl önce dünya nüfusunun 5-10 milyon ve ortalama topluluk büyüklüğünün 500-1.000 olduğunu varsayarsak, 5.000 ila 20.000 arasında dilin var olması gerektiğini tahmin etmektedir (Krauss, 1998: 105). Krauss, herhangi bir zamanda dünyada var olan en yüksek dil sayısının ortalaması olarak 12.000 rakamını seçiyor. Şu anda yaklaşık 6.000 dil var. Ancak bu süre zarfında kaç dilin ortaya çıkıp kaybolduğu ve yaklaşık 6.000 dilin kaybolduğu göz önüne alındığında kaç yeni dilin ortaya çıkacağı bilinmemektedir (Crystal, 2003: 69). Bu uzun zaman dilimlerinde dilin değişim hızının sabit mi kaldığı, yoksa hızlı değişim ve gerileme dönemleriyle mi kesintiye uğradığı da bilinmiyor.

Avrupa'nın sömürgeci genişlemesi döneminde toplananlar dışında, dünya dil kullanımına ilişkin çok az tarihsel kayıt bulunduğunu ve bunların çoğunun da düzensiz, tutarsız ve izlenimci nitelikte olduğunu ifade eden Crystal (2003: 69), karşılaştırmalı filolojinin gelişmesi ve on dokuzuncu yüzyılda nüfus sayımı verilerinin kullanılabilir hale gelmesi ve yirminci yüzyılda antropoloji ve dilbilimin yükselişi ile daha sistematik materyaller biriktirilmeye başlandığını; ancak bu son konunun bile, o yüzyılın son çeyreğine kadar büyük ölçekli bilimsel araştırmalarla pek ilerleme kaydedemediğini belirtir.

Crystal, dillerin yok oluş nedenlerini iki ana kategori altında sınıflandırmaktadır:

1. İnsanları fiziksel tehlikeye sokan faktörler
2. İnsanların kültürünü değiştiren faktörler

2.1. İnsanları fiziksel tehlikeye sokan faktörler

Açıkçası, bir dili konuşan tüm insanlar öldüğünde o dil de ölür; bu nedenle, bir topluluğun bir kısmının veya tamamının fiziksel güvenliğini doğrudan ve acil olarak tehdit eden her türlü durum, bir bakıma en önemli faktördür. Birçok dil, konuşanların fiziksel sağlığı üzerinde dramatik bir etkiye sahip olan faktörlerin sonucu olarak tehlike altında, ölmek üzere veya yok olmuştur. Bir dilin kullanıcı sayısı, öncelikle felaket niteliğindeki doğal nedenlerle ciddi şekilde azalabilir. Kesin rakamlara ulaşmak neredeyse imkansız olsa da, izole bölgelerdeki küçük toplulukların depremler, kasırgalar, tsunamiler, seller, volkanik patlamalar ve diğer felaketler nedeniyle kolayca yok olabileceği veya ortadan kalkabileceği açıktır (Crystal, 2003: 71). Açlık ve kuraklık da dillerin yok oluşuna sebep olan iki önemli faktördür. İrlanda patates

kıtlığı (1845-1846 yıllarında patates küfü nedeniyle meydana gelmiştir) 1845 ile 1851 yılları arasında 1 milyon kişinin ölümüne ve uzun bir göç döneminin başlamasına neden olmuştur; 1841 yılında 8 milyon olan nüfus, on yıl sonra 6,5 milyona düşmüş, etkisi en çok kırsal topluluklarda hissedilmiş ve İrlandaca'nın en çok konuşulduğu yerler de kırsal bölgeler olduğu için, kıtlık o dönemde İrlandaca'nın gerilemesini hızlandırmış olmalıdır (Edwards, 1985: 53). İthal hastalıkların yerli halklar üzerinde tarihsel etkisi artık iyi bilinmektedir, ancak sömürge döneminin başlarında bu etkilerin olağanüstü boyutu hala geniş çapta anlaşılamamıştır. Avrupalıların Amerika kıtasına ayak basmasından sonraki 200 yıl içinde, yerli nüfusun %90'ından fazlasının, hayvanlar ve insanlar tarafından getirilen hastalıklar nedeniyle öldüğü düşünülmektedir. Örneğin, İspanyolların geldiği 1518 yılında Orta Meksika'nın nüfusunun 25 milyondan fazla olduğu tahmin edilmektedir, ancak bu sayı 1620 yılında 1,6 milyona düşmüştür. Bazı tahminlere göre, Avrupalılarla temas kurulmadan önce Yeni Dünya'nın nüfusu 100 milyona ulaşmış olabilir. 200 yıl içinde bu sayı 1 milyonun altına düşmüştür. Bu felaketin boyutu ancak diğer felaketlerle karşılaştırıldığında anlaşılabilir: 14. yüzyıl Avrupa'sında Kara Ölüm'den öldüğü tahmin edilen insan sayısı 25 milyon kişiyi çok aşıyor (Crystal, 2003: 72). Daha az şiddetli hastalıklar bile, bunlara karşı direnç geliştirmiş olmayan topluluklar üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olabilir. Grip ve hatta sıradan soğuk algınlığının yerli grupların ölümlerine yol açtığına dair birçok rapor vardır. Hastalık, birçok durumda kritik bir faktör olarak tanımlanmıştır: – örneğin, Hindistan'a bağlı bir ada olan Andamanese toplumunun dili 1981'de 24 konuşmacıya kadar düşmüştür).

Şüphesiz bir diğer hastalık AIDS, topluluklar ve diller üzerinde diğer her şeyden daha büyük bir etkiye sahip olmuştur ve olacaktır. Tüberkülozun (AIDS ölümlerinin %30'una neden olan)yükselişi bir başka faktördür. En çok etkilenen Afrika ülkeleri olan Botsvana, Namibya, Svaziland ve Zimbabve'de, bu hastalık 15 ile 50 yaş arasındaki nüfusun dörtte birine zarar vermiştir. Bu dört ülkede, konuşulan dil sayısı nispeten az olduğu için, diller üzerindeki etkisi sınırlı olacaktır. Dünyanın bazı bölgelerinde, bir topluluğun yok olması veya ortadan kaybolmasının doğrudan nedeni, ülkenin ekonomik durumundan çok siyasi durumudur. Dilin yok olmasında dikkat çeken bir başka durum, iç savaş veya uluslararası ölçekte bir çatışmanın olmasıdır; örneğin, Pasifik ve Hint Okyanusu'ndaki birçok ada topluluğu, İkinci Dünya Savaşı'nın istilaları ve savaşlarına maruz kalmış ve bunun sonucunda diller tehlikeye girmiştir (örneğin Andaman Adaları).Bu tür bir hasarın sonucu olarak, bazı topluluklar, özellikle de dil kaybı tehlikesiyle karşı karşıya olanlar, kendi dillerini korumak için çeşitli önlemler almaya başlamışlardır (Annamalai, 1998: 23). Birçok yerde, siyasi ve ekonomik faktörleri birbirinden ayırmak zordur. Örneğin, Kolombiya'da birkaç dilin ortadan kaybolması, bir dizi agresif

koşulun birleşimine bağlanmaktadır (Brenzinger, 1998: 91). Askeri çatışmalar da çok önemli bir yer tutmaktadır, örneğin İspanyolların gelişinden bu yana yaklaşık otuz dilin yok olduğu bilinmektedir. Günümüzde çatışma daha karmaşık bir hal almış, kırsal bölgelerde faaliyet gösteren düzenli, paramiliter, gerilla ve suç (uyuşturucu ile ilgili) güçleri faaliyet göstermektedir; etnik toplulukların üyeleri çatışmaların içine çekilmekte ve genellikle bu güçlerden biri tarafından diğerine işbirliği yaptıkları şüphesiyle suçlanmaktadırlar.

2.2. İnsanların kültürünü değiştiren faktörler

İnsanlar yaşayabilir, ancak dil yine de yok olabilir. Topluluğun üyeleri hayatta ve sağlıklı kalır, genellikle geleneksel topraklarında yaşamaya devam ederler; ancak dilleri yine de gerilemeye başlar ve sonunda yok olur, yerini başka bir dil alır. Bu bağlamda en sık karşılaşılan terim kültürel asimilasyon: bir kültür, daha baskın bir kültürün etkisi altında kalır ve üyeleri yeni davranış ve gelenekleri benimsedikleri için karakterini kaybetmeye başlar. Bu, çeşitli şekillerde gerçekleşebilir (Crystal, 2003: 77). Bu hakimiyet, demografik dalga sonucu olabilir – büyük sayılarla gelen göçmenler, kolonileşme sürecinde defalarca yaşandığı gibi, yerli halkı ezip geçebilir. Avustralya ve Kuzey Amerika bunun klasik örnekleridir.

Alternatif olarak, bir kültür, büyük bir göç akını olmadan, belki de başlangıçtaki askeri üstünlüğü veya ekonomik nedenlerle başka bir kültür üzerinde hakimiyetini uygulayabilir. Her iki durumda da, dil hızla bu hakimiyetin bir sembolü haline gelir ve genellikle gelen ulusa ait standart veya resmi dil biçimini alır. Nüfus büyüklüğü her zaman kritik değildir: daha küçük bir grup, daha büyük bir grubu hakimiyeti altına alabilir – Avrupa'nın Afrika'ya girişinde defalarca görüldüğü gibi (Crystal, 2003: 77). Kentleşme, kırsal topluluklar için birer mıknatıs görevi gören şehirler yaratmış ve ulaşım ve iletişim alanındaki gelişmeler, kırsal kesimdeki insanların bu şehirlere ulaşmasını kolaylaştırmıştır. Bu şehirlerde, özellikle Amerika'ya özgü önyargıları olan tüketim toplumuna ve bu tür temasların kaçınılmaz olarak getirdiği homojenleşmeye doğrudan erişim imkânına sahip olmuşlardır. Baskın dilin öğrenilmesi – örneğin Güney Amerika'da İspanyolca veya Portekizce, Doğu Afrika'nın büyük bir bölümünde Svahili, Andean ülkelerinde Quechua ve Aymará ve hemen hemen her yerde İngilizce – bu süreci büyük ölçüde kolaylaştırmıştır (Crystal, 2003: 77-78). Güney Amerika'da, Quechua ve Aymará dillerinin tüm çeşitleri şu anda bir milyondan fazla insan tarafından konuşulmaktadır; ancak Peru'nun kıyı şehirlerine yönelik kentsel göç, insanların İspanyolca'ya geçmesiyle bu rakamı önemli ölçüde azaltmaktadır (Adelaar, 1998: 6).

Benzer deneyimler dünyanın birçok yerinde, sadece İngilizce ile ilgili olarak değil, örneğin Afrika ve Latin Amerika'da Fransızca, İspanyolca ve Portekizce'nin bastırılmasına yönelik politikalar yaygındı; Japonlar Japonya'da Ainu halkını bastırmıştır. Hakim dilin etkileri,

dünyadaki farklı bölgelerde, ona karşı tutumlar gibi, belirgin şekilde farklılık gösterir. Avustralya'da İngilizce'nin varlığı, doğrudan veya dolaylı olarak, büyük bir dil yıkımına neden olmuş ve dillerin %90'ı yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Ancak İngilizce, Latin Amerika'da baskın olan dil değildir. Eğer orada diller yok oluyorsa, bunda İngilizce'nin "suçu" yoktur. Dahası, baskın bir dilin varlığı otomatik olarak %90'lık bir yok olma oranına yol açmaz. Rusça, eski SSCB ülkelerinde uzun süredir baskın bir dildir, ancak orada yerel dillerin yok olma oranı sadece %50 olarak tahmin edilmektedir (Krauss, 1992: 5)

3. SONUÇ

Dillerin yok olmasına neden olan bir çok faktör vardır ve bir dil genellikle tekdüze bir şekilde yok olmaz. Bir yerde ortadan kayboluyor olabilir, ancak çeşitli nedenlerden dolayı diğer yerlerde henüz ortadan kaybolmamış olabilir. Felaket olayları bir yana, dilin ölümü kademeli ve çeşitli bir süreçtir ve genel eğilimler bir topluluğun farklı üyelerini veya kesimlerini farklı şekillerde etkiler. Bu da bir topluluğun genellikle dilinin tehlike altında olduğunu çok geç fark etmesinin nedenlerinden biridir. Kültürel faktörlerin çeşitliliği ile, bir ülkenin tarihinin ve koşullarının doğasına, varsa dil politikalarına ve planlama stratejileri ile ne ölçüde kaynak sağlandığına ve uygulandığına bağlı olarak çeşitli sonuçlar görülebilmektedir.

Yerli bir topluluk içindeki önemli bir demografik büyüme, bir dili kullanabilecek daha fazla insanın ortaya çıkmasını sağlayabilir. Toplumun güçlü bir kültürel veya dinî kimlik duygusu, endogamik evlilik uygulamaları veya canlı bir zanaat veya edebiyat geleneği varsa, daha olumlu bir sonuç elde edilebilir. Topluluğun yerel medyada varlığını hissettirme yeteneği önemli olabilir – örneğin, Galce dilinin gerilemesinin tersine dönmesinde bu önemli bir faktör olmuştur. Topluluğun diğer gruplardan uzaklığı da kritik bir sorundur. Hatta bazıları, küçük bir dilin hayatta kalmasının tek yolunun, konuşanlarının izolasyon içinde kalması olduğunu söylüyor – bu da günümüzde nadir bir seçenek olarak görünmektedir (Crystal, 2003: 89).

KAYNAKLAR

Adelaar, William F. H. 1998. The endangered situation of native languages in South America. In Matsumura (ed.), 1–15.

Annamalai, E. 1998. Language survival in India: challenges and responses. In Matsumura (ed.), 17–31.

Brenzinger, Matthias. 1995. Contribution to a seminar on Endangered Languages at Dartmouth College, Hanover (New Hampshire, USA). *Iatiku* 1. 5.

Crystal, David (2003). Language Dead, CUP: Cambridge

Edwards John (1985). *Language, society, and identity*. Oxford: Basil Blackwell (in association with André Deutsch).

Fischer, Steven Roger (2010). Dilin Tarihi (Çev. Muhtesim Güvenç), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul: Ayhan Matbaası

Jaspaert, and Sjaak Kroon (eds.) (1992). *Maintenance and loss of minority languages*. Amsterdam: Benjamins, 37–54.
Krauss, Michael (1992). The world's languages in crisis. *Language,* 68. 4–10.
McNeill, W. H. 1976. *Plagues and peoples*. Garden City, NY: Anchor Press. *The Cambridge encyclopedia* (Crystal, 1997c), entry on 'desertification
Voegelin, C. F., and F. M. Voegelin. 1977. *Classification and index of the world's languages*. New York: Elsevier.

BEYTÜ'L-HİKME'NİN BÜYÜK ÇEVİRMENİ HUNEYN BİN İSHAK VE İSLAM DÜNYASINA KATKILARI

Recep HATİPOĞLU
Bursa Uludağ Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, BURSA
ORCID:0000-0002-7229-180X

ÖZET

İlk defa kimin tarafından ve ne zaman kurulduğu tartışma konusu olan ve her ne kadar kaynakların çoğunda Abbâsî halifelerinden Mem'ûn tarafından 830'da Bağdat'ta kurulduğu ifade edilse de bunun fikir ve girişim olarak Mansûr dönemine kadar uzandığı (754-775) anlaşılan Beytü'l-Hikme, antik dünyanın bilinen ilmî ve felsefî eserlerinin Arapçaya çevrildiği önemli merkezlerden biri olmuştur. İslâm coğrafyasının genişlemesiyle müslümanların Helenistik, İran, Hint ve diğer kültürlerle temasları sonucu, bu kültürlere karşı büyük bir merak ve ilgi uyanmış, bu nedenle de ilmî ve felsefî eserlerin Arapçaya çevrilme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bir bilim adamları ve akademisyenler topluluğu, bir çeviri bölümü ve Abbâsîlerin yüzyıllar boyunca edindiği bilgileri koruyan bir kütüphaneden oluşan Beytü'l-Hikme, iki yüzyıldan fazla süren çeviri hareketlerine de ev sahipliği yapmıştır. Aristoteles'in Topics adlı eserinin çevirisiyle başlayan tercüme hareketi, yaklaşık iki yüzyıl boyunca devam etmiş ve başta Orta Doğu Oryantal Süryani bilim adamları, tüm bilimsel ve felsefî Yunanca metinleri Arapçaya çevirmiştir. Kusta bin Luka, Sâbit bin Kurre ve Huneyn bin İshak gibi çeviri alanında ismini duyuran önemli çevirmenlerin görev yaptığı Beytü'l-Hikme'de Pisagor, Platon, Aristo, Hipokrat, Öklid, Galen, Sokrat, Sushruta, Charaka, Aryabhata ve Brahmagupta gibi önemli düşünürlerin çevirileri yapılmıştır. Bu çalışmada, Beytü'l-Hikme'nin başına getirilen ve 116'dan fazla eser çevirmiş olan Arap (Nestûrî Hıristiyan) Huneyn bin İshak'ın Beytü'l-Hikme'de yapmış olduğu çeviri faaliyetleri ve İslam dünyasına katkıları üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Huneyn bin İshak, Çeviri, Çevirmen, Beytü'l-Hikme

HUNAYN IBN ISHAQ: THE GREAT TRANSLATOR OF BAYT AL-HIKMA (THE HOUSE OF WISDOM) AND HIS CONTRIBUTIONS TO THE ISLAMIC WORLD

ABSTRACT

Although it is debated who first established it and when, most sources state that Bayt-al Hikma was founded in Baghdad in 830 by the Abbasid caliph al-Ma'mun, but it is understood that, as an idea and initiative, it dates back to the Mansur period (754-775). Bayt-al Hikma was one of the important centers where the scientific and philosophical works of the ancient world were translated into Arabic. With the expansion of the Islamic world, Muslims came into contact

with Hellenistic, Iranian, Indian, and other cultures, sparking great curiosity and interest in these cultures. This led to a need for scientific and philosophical works to be translated into Arabic. Bayt-al Hikma (the House of Wisdom), consisting of a community of scientists and scholars, a translation department, and a library preserving the knowledge accumulated by the Abbasids over centuries, also hosted translation movements that lasted for more than two centuries. The translation movement, which began with the translation of Aristotle's *Topics*, continued for approximately two centuries, and Middle Eastern Oriental Syriac scholars translated all scientific and philosophical Greek texts into Arabic. At Bayt-al Hikma (the House of Wisdom), where prominent translators such as Kusta bin Luka, Sâbit bin Kurre, and Huneyn bin İshak worked, translations were made of important thinkers such as Pythagoras, Plato, Aristotle, Hippocrates, Euclid, Galen, Socrates, Sushruta, Charaka, Aryabhata, and Brahmagupta. This study will focus on the translation activities carried out by Huneyn bin Ishaq, an Arab (Nestorian Christian) appointed to head the House of Wisdom, who translated over 116 works, and his contributions to the Islamic world.

Keywords: Huneyn ibn Ishaq, Translation, Translator, Bayt-al Hikma (The House of Wisdom)

1. GİRİŞ

İlk defa kimin tarafından ve ne zaman kurulduğu tartışma konusu olan ve her ne kadar kaynakların çoğunda Abbâsî halifelerinden Mem'ûn tarafından 830'da Bağdat'ta kurulduğu ifade edilse de bunun fikir ve girişim olarak Mansûr dönemine kadar uzandığı (754-775) anlaşılan Beytü'l-Hikme, antik dünyanın bilinen ilmî ve felsefî eserlerinin Arapçaya çevrildiği önemli merkezlerden biri olmuştur (Kaya, 1992: 88). Beytü'l-Hikme'yi daha da geliştirerek Ortaçağ'ın adeta bir ilimler akademisi hüviyetine kavuşturan Halife Me'mûn olmuştur. Me'mûn 830'da Bizanslılar'a karşı başarıyla sonuçlanan seferden dönerken oralardan toplattığı kitapları beraberinde Bağdat'a getirmiş, ayrıca kütüphaneyi zenginleştirmek için büyük bir para ayırmış ve Beytü'l-Hikme'nin müdürü Selm ile İbnü'l-Bıtrik, Haccac b. Matar ve Yuhanna b. Maseveyh'ten oluşan bir heyeti Bizans'a göndererek bu heyetin kütüphanelerden seçeceği kitapların kendisine gönderilmesini imparatordan rica etmiştir (Kaya, 1992: 89). Meselâ tarihte Benî Mûsâ diye bilinen Muhammed, Ahmed ve Hasan adlarındaki üç bilgin ve kâşif kardeş Huneyn b. İshak'ın başkanlığında bir başka heyeti Bizans'a göndererek büyük paralar karşılığında kitaplar temin etmişlerdi. Gerek imparatorluk sınırları içindeki kilise okullarından, gerekse komşu ülkelerden ve Kıbrıs'tan getirtilen kitaplarla Beytü'l-Hikme Ortaçağ'ın en zengin kütüphanesi ve yoğun ilmî araştırmaların feyizli bir merkezi haline gelmiştir. İslâm coğrafyasının genişlemesiyle müslümanların Helenistik, İran, Hint ve diğer kültürlerle temasları sonucu, bu kültürlere karşı büyük bir merak ve ilgi uyanmış, bu nedenle de ilmî ve

felsefî eserlerin Arapçaya çevrilme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Halife Mem'ûn zamanında Beytü'l-Hikme büyük değişiklikler geçirmiş ve başlangıçta kütüphane olarak kullanılan bu kurum, Mem'ûn döneminde, tercümelerin daha sistemli ve düzgün olması, tercüme edilen kitapların bilim adamları tarafından yeniden araştırılıp geliştirilmesi ve halka açık hizmet verebilmesi amacıyla, İran asıllı ve zamanının ünlü bilgini Sehl b. Hârûn'u Beytü'l-Hikme'yi yeniden düzenlemesi için görevlendirilmiş ve böylece yapılan faaliyetler daha sistemli hale gelmiş ve yeni birimler eklenmiştir. Bir bilim adamları ve akademisyenler topluluğu, bir çeviri bölümü ve Abbâsîlerin yüzyıllar boyunca edindiği bilgileri koruyan bir kütüphaneden oluşan Beytü'l-Hikme, iki yüzyıldan fazla süren çeviri hareketlerine de ev sahipliği yapmıştır. Aristoteles'in Topics adlı eserinin çevirisiyle başlayan tercüme hareketi, yaklaşık iki yüzyıl boyunca devam etmiş ve başta Orta Doğu Oryantal Süryani bilim adamları, tüm bilimsel ve felsefî Yunanca metinleri Arapçaya çevirmiştir.

Daha öncesinde dağınık ve birbirinden bağımsız bir şekilde yapılan tercüme çalışmaları, Beytü'l-Hikme'nin kurulmasından sonra burada toplanmış ve çalışmalar en üst seviyeye ulaşmıştır. Burada en çok dikkat çeken çalışmalar mütercimler tarafından yapılmıştır. İbn Nedîm'in bildirdiğine göre, burada çalışan mütercimlerin sayısı 47'ye ulaşmıştır. Daha önce getirilen Yunanca, Rumca, Süryânîce, Farsça, Hintçe, İbrânice, vb. kitapların, Arapçaya çevrilmesi için iyi bir iş bölümü ve organizasyon yapılmıştır (Demirci, 1996: 100). Mütercimler çalışırken tek tek veya gruplar halinde, çeşitli dillerde tercüme yapıyordu ve kitapların tercümeleri genellikle Yunanca, Farsça, Hintçe, Süryânîce, İbrânîce, Kıptîce, Nebâtîce, Sudanca, Soğdca ve Latince dillerinden yapılıyordu. Bu çeviri faaliyetinde en etkin rolü şüphesiz Ya'kûbî ve Nastûrî mezhebine mensup Süryâniler oynamıştır. Hatta Beytü'l-Hikme'deki tercümeler, IX. yüzyılın ilk yarısında çoğunlukla önce Süryânîceye, sonra da Arapçaya yapılmıştır (Demirci, 1996: 105-106). Bu dönemde ünlü kâtib ve mütercim Abdullah İbn Mukaffa' başta Kelile ve Dimne olmak üzere, Hudeynâme, Ayinnâme gibi İran tarihi ve edebiyatı ile ilgili birçok eseri tercüme etmiştir. Bunun yanı sıra İbn Mukaffa', Aristo'nun mantık kitapları ile Porfirios'un İsogoji adlı eserini de tercüme etmiştir. Yahyâ b. Batrik ve oğlu Yunancadan Hipokrat'ın, Calinus'un eserlerini ve özellikle Batlamyus'un Mecistî'sini tercüme etmiştir (Demirci, 1996: 57).

2. HUNEYN BİN İSHAK (809-873) VE TERCÜME ÇALIŞMALARI

Beytü'l-Hikme'de çalışan bilginler arasında en çok dikkat çeken şüphesiz Huneyn b. İshâk'tır. Eski Yunan tıbbı ve felsefesinin İslâm dünyasına aktarılmasında önemli rol oynayan mütercim ve hekim Huneyn b. İshâk 809 yılında Kûfe'nin güneyinde eski bir Ârâmî şehri olan Hîre (Irak)'de doğmuş, 875 yılında Bağdat'ta ölmüştür. Hîre'nin Nastûrî Hıristiyanlarından olan

babası, eczacılık ile uğraştığından, oğlunu tıp ve ilim sevgisi ile yetiştirmiştir. Tıp okumak isteyen genç Huneyn, 4. yüzyılın başında Sasani Kralı II. Şâpûr tarafından kurulan ünlü Cündişapur Tıp Akademisi'ne (Kuzistan, İran'ın bir eyaleti) katılmıştır. Huneyn'in öğretmeni, 9. yüzyılın başında Bağdat'a göç eden ve burada bir hastane kuran Yuhanna b. Mâseveyh (ö. 857) idi (Osman, 2014: 45). Huneyn b. İshâk'ın, bir gün anlayamadığı bir konu üzerinde sorduğu soru, çok asabî bir karaktere sahip olan Yuhanna b. Mâseveyh'i kızdırır ve Hîre'li gence hakaret ederek yanından kovar. Bu hareket genç tabibi çok üzer ve ağlayarak ayrılır. İki yıl ortalıkta görünmez, bu esnada İskenderiye'ye gider; burada yalnız tıp öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda Süryânîce ve Arapçaya tercümeler yapacak düzeyde Yunanca öğrenerek, Yunan elbisesi içinde Bağdat'a döner. Bağdat'a geri dönen Huneyn, ilk olarak halifenin özel doktoru Cebrâîl b. Buhtîşû'nun yanında, Calinus'un kitaplarını tercüme ederken görülür. Bu arada Beytü'l-Hikme'nin başında bulunan eski hocası Yuhanna b. Mâseveyh ve devrin ünlü bilim himayecileri Şâkiroğulları ile karşılaşır. Yaptığı mükemmel tercümeler, onun kısa zamanda ilim çevrelerinde tanınmasını sağlar. Beytü'l-Hikme'ye dahil edilir ve Yunanca kitapların tercümesi ve eski tercümelerin düzeltilmesi ile görevlendirilir. Huneyn b. İshâk'ın Beytü'l-Hikme'de yaptığı ilk tercümeler çoğunlukla Yunancadan Süryânîceyedir. Arapçaya da çeviri yapması istenen Huneyn, Arapça öğrenmek için Basra'ya gider ve böylece Süryânîce, Yunanca, Farsça ve Arapça olmak üzere dört dili mükemmel düzeyde öğrenir. Huneyn b. İshâk, Calinus, Hipokrat, Dioskorides, Platon ve Aristo gibi eski Yunan yazarlardan 50'ye yakın kitap çevirmiştir. Huneyn b. İshak'ın çevirilerinde hedef dil olarak Arapçadan daha çok Süryânîceyi seçtiği anlaşılmaktadır. Zira risalesinde Galen'e ait 129 eserden 95'ini Süryânîceye, 39'unu ise Arapçaya çevirdiğini görmekteyiz. Ancak bazı eserlerin her iki dile de çevirisini yaptığını hatırlatmakta fayda vardır (Esmer, 2024: 70). Yine Esmer (2024: 70)'in belirttiğine göre Huneyn, Galen'in eserlerinin dışında, ilkçağın en önemli hekimi Hipokrat ve filozof Aristo'nun eserlerinden de çeviri yapmıştır ve çeviri yaptığı yazarlar arasında tabiatçı felsefecilerden Artemidoros ve ilkçağ filozoflarından Eflâtun da yer almaktadır.

Huneyn b. İshak'ın Galen'den yaptığı 129 çeviriden birkaçını sayacak olursak şunları söyleyebiliriz:

- De libris propriis (Pinax Galeni): Edessa'lı Eyyüb tarafından Süryânîceye, daha sonra Huneyn tarafından Süryânîce ve Arapçaya çevrilmiştir.

- De Ordine Librorum suorum: Huneyn tarafından Arapçaya, oğlu İshak tarafından da Süryânîceye çevrilmiştir.

- De Sectis: İbn Sahdâ tarafından Süryânîceye kötü bir çevirisi yapılmış, Huneyn tarafından da doğru olmayan ve daha sonra düzeltilen bir çevirisi yapılmıştır. Bu esere bakıldığında

Humeyn'in bilimsel metoduna hayran olmamak mümkün değildir. Zira bu konuda kendisi şunları söylüyor: "Gençken kusurlu bir Grekçe el yazmasından bu çeviriyi yapmıştım. Daha sonra kırk yaş civarında iken, öğrencim Hubeyş, belli bir sayıda Grekçe el yazmasını toparladıktan sonra benden bunu düzeltmemi istedi. Bunun üzerine, doğru el yazması olması için bunları derleyip düzenledim ve bunu Süryânîce metinle karşılaştırıp düzelttim. Bütün çeviri çalışmalarımda bu şekilde çalışma alışkanlığım vardır."

- Ars medica: Resulayn'lı Sergios tarafından acemi iken Süryânîceye çevrilmiş, Huneyn otuz yaşında iken tekrar çevirmiş, daha sonra da Arapçaya çevirmiştir.

- De Ossibus ad Tirones: Sergios tarafından Süryânîceye kötü bir şekilde çevrilmiş, Huneyn tarafından Arapçaya çevrilmiş ve daha sonra Huneyn tarafından hocası Yuhanna b. Mâseveyh için Süryânîceye tekrar çevrilmiştir.

- Institutio Logica: Huneyn tarafından Süryânîceye ve Hubeyş tarafından Arapçaya çevrilmiş ve Huneyn tarafından düzenlenmiştir.

Meyerhoff (1926: 707), Huneyn'in filolojik yöntemlerinin, modern filolojik yöntemlerle örtüştüğünü ve o dönem için oldukça dikkat çekici olduğunu belirterek yöntemlerinin doğruluğu ile çağdaşlarından üstün olmasının yanı sıra Grekçe, Süryânîce, Arapça ve Farsça konusundaki bilgisi ve hassasiyeti ile Arap bilim tarihçilerinin dikkatini çektiğini ifade eder.

3. SONUÇ

Beytü'l-Hikme'nin büyük çevirmeni, Arapça tıp eserlerinin ortaçağ Latince versiyonlarında Johannitius adıyla tanınan Huneyn b. İshâk ve yapmış olduğu Galen'e ait tıbbî eserlerin çevirileri, Arap ve hatta Avrupa tıp bilimi üzerinde muazzam bir etki yapmıştır. Ayrıca, Huneyn'in öğrencileri tarafından çok önemli çalışmalar yapılmış ve bunlardan en öne çıkan üçü Risala'da sık sık bahsedilmiştir. Huneyn çeviri yaparken sözcüğü sözcüğüne değil anlamı dikkate almış, muğlak ifadelerden özenle kaçınmış ve Grekçe tıbbî maddeleri gerek Süryânîce gerekse Arapçada anlaşılır bir şekilde ifade etmiştir. Hunayn bir tıp bilimcisi ve çevirmeniydi, ancak önemi ve rolü tıp ve çevirinin ötesine uzanıyordu. Çeşitli çevirmenlere verdiği talimatlarla yeni bir çeviri okulu kurmayı başardı ve talimatları kendisinden sonra gelenlere yardımcı oldu. Bu da bize, yaptıklarının ölümüyle sona ermediğini, aksine bilgi genişlemesinin devam eden bir süreci olarak devam ettiğini iddia etmemizi sağlıyor. Çevirmenliğinin yanı sıra fizyoloji, anatomi ve göz tedavisi üzerine on tane eser yazmış ve bu eserler, Arapçada ilk sistemli ve organize kaynaklar olup gözün en erken şemalarını gösteren çalışmalardı. Bu eserler, sadece İslam dünyasında değil aynı zamanda Avrupa'da oftalmolojinin gelişiminde önemli bir etki yapmıştır. 15. yüzyılda göz hekimleri bu eserlere başvurmuş ve bunlardan alıntı yapmışlardır.

KAYNAKLAR

Angelelli, C. V. (ed.). "Hunayn ibn Ishaq", *The Sociological Turn in Translation and Interpreting Studies,* ss. 41-55*,* Amsterdam: John Benjamins B.V.

Demirci, Mustafa (1996). *Beytü'l-Hikme - Kuruluşu, İşleyişi ve Etkileri*, İstanbul: İnsan Yayınları

Esmer, Mahmut (2024). "Hekim ve Mütercim Huneyn b. İshak", *Darüşşifa İslam Tıp Tarihi Araştırmaları Dergisi*, (Aralık /Dec, 2024) 3/2

Kaya, Mahmut (2025). "Beytülhikme", TDV İslam Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.org.tr/beytulhikme (09.12.2025).

Meyerhof, M. (1926). "New light on Hunain Ibn Ishaq and his period." Isis, 8(4), 685–724

Osman, Ghada (2014). "The sheikh of the translators: The translation methodology of Hunayn ibn Ishaq". *The Sociological Turn in Translation and Interpreting Studies* (ed. Claudia V. Angelelli), John Benjamins Publishing Company, ss. 41-55

ENDÜSTRİ 4.0 ORTAMINDA İMALAT SÜREÇLERİNDE ARIZA ÖN TEŞHİSİ İÇİN DERİN ÖĞRENME TABANLI ÖNGÖRÜCÜ BAKIM ÇERÇEVESİ

Mustafa Eray DEMİRKESEN
Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Industrial Engineering, 32260 Çünür, Isparta
ORCID: 0009-0007-8261-0230
Prof. Dr. Gültekin ÖZDEMİR
Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Industrial Engineering, 32260 Çünür, Isparta
ORCID: 0000-0001-8856-5556

ÖZET

Çağdaş endüstriyel operasyonlarda, süreklilik ve sistem dayanıklılığı, geleneksel sezgisel veya periyodik bakım protokollerinin doğasından kaynaklanan optimize edilemeyen maliyet yapıları ve öngörülemeyen arıza sıklıkları nedeniyle önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu durum, üretim verimliliğini korumak ve küresel rekabet ortamında avantaj sağlamak için, makine bileşenlerinin sağlık durumunu sürekli izleyerek potansiyel arızaların olasılığını belirlemeyi amaçlayan Öngörücü Bakım yaklaşımını stratejik bir zorunluluk haline getirmiştir.

Bu çalışmada, kritik üretim hatlarındaki ekipmanlardan elde edilen çok boyutlu sensör verilerini işlemek üzere, yazılım ekosistemi ve Derin Öğrenme mimarilerinden faydalanarak bir Öngörücü Bakım modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, zaman serisi verilerinin aykırı değerlerden arındırılması ve normalizasyonu gibi titiz bir ön işleme sürecinin ardından, mühendislik uygulamaları ile arıza yaygınlık göstergelerini tespit etmiştir. Modellerin eğitiminde, verideki karmaşık zamansal bağımlılıkları etkin bir şekilde modelleme yeteneği nedeniyle yapay sinir ağları merkez alınmış; bu mimarinin performansı geleneksel algoritmalarla detaylı performans matrisleri üzerinden kıyaslanmıştır.

Gerçekleştirilen doğrulama süreci, geliştirilen modelin %90'ın üzerinde bir doğrulukla arıza ön teşhisi yapabildiğini göstermiştir. Bu yüksek tahmin yeteneği sayesinde, plansız duruş sürelerinde %20'ye varan belirgin bir azalma sağlanmıştır. En önemlisi, modelin öncü süreyle arıza uyarısı vermesi, bakım ekiplerine müdahale için yeterli zaman tanıyarak kaynak dağıtımını %15 oranında optimize etmiş ve bakım maliyetlerini doğrudan düşürmüştür.

Anahtar Kelimeler: Öngörücü Bakım, Derin Öğrenme, Arıza Ön Teşhisi, Genel Ekipman Etkinliği, Endüstri 4.0.

A DEEP LEARNING-BASED PREDICTIVE MAINTENANCE FRAMEWORK FOR FAULT PROGNOSIS IN MANUFACTURING PROCESSES IN AN INDUSTRY 4.0 ENVIRONMENT

ABSTRACT

In modern industrial operations, continuity and system reliability face significant challenges due to unoptimized cost structures and unpredictable failure rates stemming from the nature of traditional intuitive or periodic maintenance protocols. This situation has made the Predictive Maintenance approach a strategic necessity, aiming to continuously monitor the health status of machine components to identify the likelihood of potential failures, thereby maintaining production efficiency and gaining an advantage in the global competitive environment.

This study aims to develop a Predictive Maintenance model by utilizing a software ecosystem and Deep Learning architectures to process multidimensional sensor data obtained from equipment on critical production lines. The study identified failure prevalence indicators through engineering applications following a meticulous preprocessing process, including the removal of outliers and normalization of time series data. Artificial neural networks were central to training the models due to their ability to effectively model complex temporal dependencies in the data; the performance of this architecture was compared with traditional algorithms through detailed performance matrices.

The validation process demonstrated that the developed model can perform fault pre-diagnosis with over 90% accuracy. Thanks to this high prediction capability, a significant reduction of up to 20% in unplanned downtime has been achieved. Most importantly, the model's ability to provide advance warning of failures has optimized resource allocation by 15% by giving maintenance teams sufficient time to intervene, thereby directly reducing maintenance costs.

Keywords: Predictive Maintenance, Deep Learning, Fault Pre-Diagnosis, Overall Equipment Effectiveness, Industry 4.0.

FAGOT KAMIŞININ YAPISI VE EKOL FARKLILIKLARININ MÜZİKAL İFADE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Hande GÜNALAN
Trakya University, State Conservatory, Wind and Percussion Instruments Department,
22030 Merkez, Edirne
ORCID: 0000-0002-0857-9948

ÖZET

Fagot, tahta üflemeli çalgılar arasında çift kamışlı, kendine özgü tonal karakteri olan, geniş ifade olanaklarına sahip, müzik literatürünün vazgeçilmez çalgılarından biridir. Bu niteliklerin oluşumunda fagot kamışı ve kamışın yapısal özellikleri belirleyici bir rol oynamaktadır. Arundo Donax bitkisinden üretilen kamışın malzemesi olan kargının kalitesi, kalınlığı, esnekliği, kesim şekli, kurutulma süreci ve şekillendirme teknikleri fagot icracılarının ton kontrolleri, artikülasyonlarının netliği, ses aralıklarının genişliği ve doğru entonasyon üzerinde etkili olmaktadır. Fagot kamışının yapısal özellikleri, çalgının tarihsel gelişimi boyunca önemli bir evrim geçirmiştir. Kamış yapım aşamasında kullanılan formaların farklılığı da icrayı doğrudan etkilemektedir. Günümüzde başta geniş ve dar olmak üzere, çok çeşitli kamış formaları bulunmaktadır. Geniş formalar fagotun pes seslerinin rahat çıkmasını sağlarken, dar formalar tiz seslerin daha kolay elde edilmesini sağlamaktadır. Farklı ekollere bakıldığında, Alman ve Fransız fagot sistemlerindeki kamış yapımındaki yapısal farklılıklar çalgının akustik karakteristiğini ve icracının performans üzerindeki etkisini farklılaştırmaktadır. Alman sistemi kamışları koyu ve güçlü tonlarıyla senfonik eserlerde öne çıkarken, Fransız sistemi kamışları ince ve esnek yapısıyla barok ve klasik repertuarda hassas artikülasyon sağlamakta ve parlak bir ton sunmaktadır. Bu farklılıklar, sadece elde edilen sesin kalitesini değil, aynı zamanda icracının teknik yaklaşımı ile repertuar seçimini etkilemekte ve aynı zamanda performans tarzını da şekillendirmektedir. Literatür incelendiğinde, fagot kamışının yapımı, teknik özellikleri ve tarihsel gelişimi üzerine çok sayıda kıymetli çalışma bulunduğu görülmektedir. Ancak fagot kamışının yapısal farklılıklarının icra üzerindeki etkileri, müzikal ifade olanaklarına yansımaları konusu yeterince derinlemesine araştırılmamıştır. Bu durum hem profesyonel fagot icracıları hem de fagot eğitimine yeni başlayan öğrenciler için önemli bir araştırma açığı oluşturmaktadır. Özellikle farklı kamış formalarının ve ekollerinin icracının nefes tekniği, artikülasyon, entonasyon, ton kontrolü ve müzikal ifade üzerindeki etkilerinin sistematik bir şekilde incelenmesi, fagot icrasına dair bilgi birikiminin artmasını sağlayacaktır. Çalışma, kamış yapımı ve icra pratiği arasında daha bilinçli bir ilişki kurulmasına katkı sağlamayı ve gelecekte deneysel araştırmalara yön vermeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Fagot, kamış, icra, müzik, ekol farkları

THE STRUCTURE OF THE BASSOON REED AND THE INFLUENCE OF SCHOOL-SPECIFIC DIFFERENCES ON MUSICAL EXPRESSION

ABSTRACT

The bassoon occupies an indispensable position among double-reed woodwind instruments, renowned for its distinctive tonal character remarkably wide expressive capabilities. At the heart of these qualities lies the bassoon reed and its structural design. The quality, thickness, elasticity, gouge profile, drying process, and shaping techniques of the giant reed cane (Arundo donax) from which the reed is crafted exert a profound influence on the performer's control over timbre, articulation clarity, registral compass, and intonation accuracy. Throughout the instrument's historical evolution, bassoon reed design has undergone a significant transformation. Variations in the moulds employed during the reed-making process likewise have a direct and substantial impact on performance outcome. Contemporary practice encompasses a broad range of reed profiles, most commonly categorised as broad or narrow: broader forms promote a freer, more resonant low register, while narrower profiles enhance responsiveness and facility in the upper register. A comparative examination of national schools reveals that the structural disparities between the German and French reeds fundamentally shape both the instrument's acoustic identity and the performer's interpretive possibilities. German-system reeds, distinguished by their robust construction and resultant dark, powerful sonority, are particularly well-suited to large-scale symphonic repertoire. In contrast, French-system reeds—characterised by their thinner, more flexible design—afford refined articulation and a brilliant, focused tone that proves especially idiomatic in Baroque and Classical works. These school-specific distinctions extend beyond mere sonority to influence the performer's technical approach, repertoire choices, and overall stylistic orientation. Although the literature contains numerous valuable studies on reed construction, technical specifications, and historical development, the specific impact of structural and school-specific variations on performance practice—and their broader implications for musical expression—remains insufficiently explored. This gap represents a significant area for further investigation, relevant to both professional bassoonists and students at the outset of their training. A systematic examination of how differing reed geometries and school traditions affect breath management, articulation, intonation stability, tone production, and expressive nuance would substantially enrich the collective understanding of bassoon performance. The present study aims to foster a more informed and conscious relationship between reed-making and performance practice while providing a foundation for future empirical research in the field.

Keywords: Bassoon, reed, performance, music, school differences

ALLAH VE TANRI LAFIZLARININ LENGÜİSTİK VE TEOLOJİK AYRIŞMASI: KAVRAMSAL BİR ANALİZ

Hasan ER
Yalova Üniversitesi
ORCID: 0000-0001-7412-7635

ÖZET

Bu çalışma, "Allah" ve "Tanrı" lafızlarının birbirinin yerine kullanılmasının doğurduğu lengüistik ve teolojik sonuçları tartışmayı amaçlamaktadır. Temel iddia, "Tanrı" kelimesinin tarihsel ve felsefi bağlamda ilahi olanı değil, insan aklının ürettiği kavramsal bir varlığı ifade ettiği; dolayısıyla İslam'ın "Allah" anlayışını tam olarak karşılamadığı yönündedir. Bu çerçevede çalışma, dinler tarihi perspektifinden ziyade dilsel ve kavramsal analiz temelinde ilerlemekte; "Allah" lafzını özel bir isim, "Tanrı" kelimesini ise genel ve soyut bir kavram olarak değerlendirmektedir. Tarih boyunca farklı felsefi sistemlerde "Tanrı" kavramı çoğunlukla varlık metafiziğinin bir unsuru olarak ele alınmış, insan zihninin ürettiği kategoriler içerisinde tanımlanmıştır. Buna karşılık İslam geleneğinde "Allah" lafzı, kavramsal türetimin ürünü olmayan, doğrudan ilahi varlığı karşılayan özel bir isim niteliğindedir. Bu nedenle İslam bağlamında "Allah" yerine "Tanrı" lafzının kullanılması, anlamda indirgemeye yol açmakta; teolojik içeriğin, insan aklının inşa ettiği soyut bir kavramsal çerçeveye taşınmasına neden olmaktadır. Lengüistik açıdan bakıldığında "Tanrı" terimi, farklı kültürlerde çeşitli şekillerde tanımlanan genel bir üst kavramdır. "Allah" ise tür adı değil, belirli ve tek bir varlığı karşılayan özel bir addır. Bu iki lafzın eşdeğer kabul edilmesi, hem kavramsal kategorilerin karıştırılmasına hem de İslam'ın tevhid ilkesinin dilsel düzeyde bulanıklaşmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak çalışma, İslam düşüncesinde "Allah" lafzının özgün teolojik anlamının korunması gerektiğini, "Tanrı" kavramının ise tarihsel ve felsefi yükü nedeniyle ilahi olanı temsil etmekte yetersiz kaldığını savunmaktadır. Bu bağlamda "Tanrı" lafzının kullanımı, dilsel bir sapma ve kavramsal indirgeme biçimi olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Din felsefesi, Lengüistik analiz, Tanrı, Allah.

THE LINGUISTIC AND THEOLOGICAL SEPARATION OF THE WORDS ALLAH AND GOD: A CONCEPTUAL ANALYSIS

ABSTRACT

This study examines the conceptual and theological distinction between the terms *Tanrı* and *Allah*, arguing that the former carries traces of pre-Islamic, polytheistic connotations that are incompatible with the Islamic understanding of divine unity. The term *Tanrı*, historically employed within various Central Asian belief systems and associated with a hierarchical pantheon, denotes a being situated within a cosmic order and subject to certain limitations. In contrast, the Qur'anic concept of *Allah* refers to the absolutely transcendent and self-subsistent God who is independent of creation, unconstrained by spatial or temporal categories, and incomparable to any created entity. The study highlights that the linguistic and conceptual framework of the term *Tanrı* does not adequately capture the Islamic notion of divine transcendence (*tanzih*) and uniqueness (*ahadiyya*). Although modern Turkish usage often treats *Tanrı* as a neutral equivalent for *Allah*, the term's historical and semantic background complicates this equivalence. The paper argues that equating *Allah* with *Tanrı* leads to a reduction of the divine to an anthropomorphic or cosmologically conditioned entity, thereby risking a conceptual distortion of Islamic monotheism. Methodologically, the study traces the etymology, semantic evolution, and theological implications of both terms, showing how the uncritical use of *Tanrı* in Islamic discourse may obscure essential theological distinctions. The analysis further emphasizes that Islamic tradition does not conceptualize God through culturally contingent or mythologically derived categories, but through revelation-based attributes that affirm God's absolute transcendence and incomparability. In conclusion, the study asserts that adopting *Allah* as the exclusive theological term preserves the integrity of Islamic monotheism and avoids the conceptual ambiguities associated with polytheistic terminology. While linguistic flexibility is possible in certain contexts, theological precision requires maintaining the Qur'anic designation *Allah* to prevent the inadvertent introduction of non-Islamic conceptual frameworks into Islamic thought.

Keywords: Philosophy of religion, linguistic analysis, God, Allah.

KARAKTER ÖLDÜ MÜ?

Sedat YAZICI
Bartın University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, 74100 Kutlubey Kampüsü, Bartın
ORCID: 0000-0002-7393-0722
Aslı YAZICI
Bartın University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, 74100 Kutlubey Kampüsü, Bartın
ORCID: 0000-0002-9410-8164

ÖZET

Son otuz yıl içerisinde birçok ülkede karakter eğitimine yönelik artan bir ilgi gözlenmektedir. Bu ilginin arka planında ahlak felsefesi alanında 1960'lardan itibaren erdem ve karakter ahlakına yönelik çalışmaların önemli bir kuramsal desteği olmuştur. Ancak, bu olumlu gelişme sürecinde ilgili literatürde ortaya çıkan iki eleştiri akademi ve akademi dışındaki çevrelerde yankı bulmuştur. Bunlardan birincisine göre, aslında karakter nitelikleri diye bir ahlaki gerçeklik yoktur; karakter nitelikleri diye tanımlanan şeyler esasında durumsal özelliklerdir. Bu görüş, ahlak psikolojisi alanında gerçekleştirilmiş bazı ünlü deneylerden hareketle John M. Dorris gibi araştırmacılar tarafından felsefi bir tez olarak savunulur. Bu görüşe göre, deneysel kanıtlar durumsal faktörlerin davranışı genellikle kişisel faktörlerden daha iyi tahmin ettiğini göstermektedir. İkinci görüşe göre, artık günümüzde karakter ölmüştür. J. D. Hunter'in, *Karakterin Ölümü* adlı eserinde savunduğu bu görüşe göre, karakteri mümkün kılan toplumsal ve kültürel koşullar artık mevcut değildir ve hiçbir siyasi retorik, yasal manevra, eğitim politikası oluşturma ya da mali destek bu gerçeği değiştiremez. Bu bildirinin amacı karakter ontolojisi ve psikolojisi üzerinden hareketle bu iki eleştiriyi incelemek ve bazı cevaplar geliştirmektir. Bildiri şu dört görüşü temellendirmektedir: 1. Asimetrik güç ilişkisi karakter sefaletinin başlıca nedenlerinden biridir. 2. Karakter ahlakı durumsal farklılıklara duyarlıdır ama bu onu rölativist bir ahlak yapmaz. 3. Evet, karakterin sosyal ontolojisinde ve kültürel destekleyicilerinde bazı kayma ve değişmeler olmuştur: Yüz yüze ilişkiler somut ötekine ahlaki hesap verme ilişkisini doğurmaktadır. 4. Ahlak ve karakter eğitiminde genellikle makro sistemlerin etkisi görmezden gelinir. Oysa, karakter ahlakı siyasal düzenle ve politik atmosferle karşılıklı etkileşim içerisindedir.

Anahtar kelimeler: Karakter felsefesi, karakter ahlakı, karakter eğitimi, sosyal ontoloji

IS THE CHARACTER DEAD?

ABSTRACT

In the last thirty years, there has been a growing interest in character education in many countries. In the background of this interest, there has been an important theoretical support for the studies on virtue and character ethics in the field of moral philosophy since the 1960s. However, two criticisms that have emerged in the relevant literature during this positive

development process have resonated in academic and non-academic circles. According to the first one, there is no such moral reality as character qualities; what are defined as character qualities are essentially situational characteristics. This view is defended as a philosophical thesis by researchers such as John M. Dorris, based on some famous experiments in moral psychology. According to this view, empirical evidence shows that situational factors generally predict behavior better than personal factors. According to the second view, character is dead today. This view, defended by J. D. Hunter in *The Death of Character*, argues that the social and cultural conditions that made character possible no longer exist and no amount of political rhetoric, legal maneuvering, educational policy-making or financial support can change this fact. The aim of this paper is to examine these two critiques and develop some responses through the ontology and psychology of character.

The paper argues for four views: 1. Asymmetrical power relations are a major cause of character misery. 2. Character morality is sensitive to situational factors, but this does not make it a relativist morality. Nor does it imply that character qualities are a shadow phenomenon of situational processes. 3. Yes, there have been some shifts and changes in the social ontology and cultural underpinnings of character: Face-to-face relationships give rise to a relationship of moral accountability to the concrete other. 4. The influence of macro-systems is often ignored in moral and character education. However, character ethics interacts with the political order and the political atmosphere.

Key words: Philosophy of character, character ethics, character education, social ontology

GİRİŞ

Karakter ahlakının diğer ahlak geleneklerine göre bazı avantajları vardır: Nasıl bir insan olduğumuzu merkeze alır. Ahlaki dayanıklılık ve direnme gücü gösterir. Ahlaki güven sağlar. Duygulara yapıcı bir rol yükler. Tikel durumlara duyarlıdır. Ahlaki somutluk ve gözlemsel zenginlik içerir. Vatandaşlık erdemleri açısından da önemlidir (Yazıcı & Yazıcı, 2011). Küçük bir test somut olarak bu farklılığı gösterebilir. Bir zulmü haklılaştıranlarla kınayanların ahlaki değerlendirmesine bakın. Birincisi eylemlerin sonuçları üzerinden, ikincisi erdem ve karakter üzerinden temellendirme yapar. Adaletli, adaletsiz, zalim olanı konuşmak yerine eylemlerin ahlaki doğruluğunu veya yanlışlığını konuşmak birçok kötülüğü gizleyebiliyor. Çünkü, eylemlerin ahlaki sonucunu konuşmak her açıdan bir haklılaştırmaya yol açabiliyor. Oysa adaletli ve adaletsiz olan, zalim olan bellidir.

Karakterin en önemli özelliği içsel kısıtlama kapasitesidir; kişinin tutkularını, arzularını ve alışkanlıklarını ahlaki bir düzenin sınırları içinde dizginleyebilme ve uyumlu hale getirme yeteneğidir. Bu bağlamda Kupperman (1991) güçlü karakteri şöyle tanımlar:

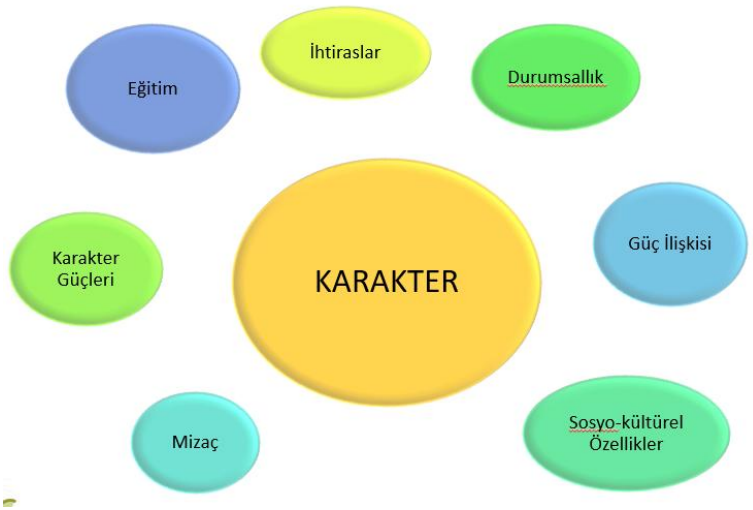
> *Eğer bir kişinin, normal düşünce ve eylem kalıbı, başkalarının ve kendisinin mutluluğunu etkileyen konularda, özellikle de ahlaki seçim konusunda, güçlü bir şekilde baskılara, güçlü isteklere, zorluklara ve başkalarının ısrarcı beklentilerine karşı koyuyorsa o kişi güçlü bir karaktere sahiptir* (Kupperman, 1991).

Bu bildiride amacımız karakterin sosyal-psikolojik ontolojisini göstermek; karakter ve karakter ahlakına yönelik ilginin yükseliş ve gerileme sebeplerini göstermek, psikolojik çalışmaların sonuçlarını felsefi yaklaşımlarla ilişkilendirmek olacaktır.

SOSYO-ONTOLOLİK VE PSİKOLOJİK BELİRLEYİCİLER VE KARAKTERİN EKOLOJİK SİSTEMİ

Karakter konusunda yirminci yüzyılda ortaya çıkan iki eleştirel değerlendirmeye geçmeden önce karakterin sosyo-ontolojik ve psikolojik belirlenimleri ile karakterin ekolojik sistemini iki şekil üzerinden özetleyelim. Elbette ki bu bildirinin sınırlılığı çerçevesinde bunların her birini incelemek mümkün olmayacaktır. Ancak, özellikle birinci şekilde yer alan durumsallık değişkeni ile 4 şekilde yer alan makro sistemdeki siyasal yapı konusunda klasik düşünürlerden de yararlanarak konuyu ele alacağız.

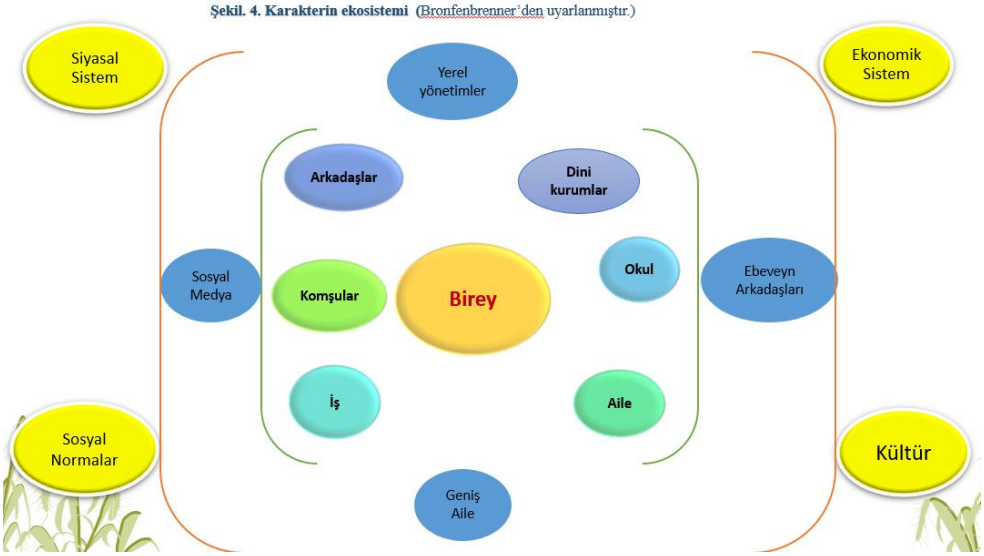
Şekil 1. Karakterin ontolojik, psikolojik ve sosyal dayanakları



Yukarıdaki yedi unsur karakter üzerine gerçekleştirilen kuramsal tartışmalarda ana belirleyici unsurlardır. Bu listeye elbette başkaları da eklenebilir. Bronfenbrenner'e göre, bireyin gelişimi mikrosistem, mezosistem, egzosistem ve makrosistem olmak üzere dörtlü bir etkilenme

düzeyine bağlı olarak gelişir. Bronfenbrenner'in (1979) *Ekolojik Sistem Teorisi* bir bireyin gelişiminin, aile gibi yakın çevreden kültür gibi daha geniş toplumsal yapılara kadar birbiriyle bağlantılı çevresel sistemler tarafından şekillendirildiğini açıklamaktadır. Bu teoriyi karakterin gelişimine uyarladığımızda Bronfenbrenner'in sisteminde yer almayan dini kurumlar dışında şöyle bir eko sistem ortaya çıkar (şekil 4). Bildirinin sınırlılıkları çerçevesinde egzosistem bu şekilde yer almamaktadır.

Şekil. 4. Karakterin ekosistemi (Bronfenbrenner'den uyarlanmıştır.)



KARAKTERİN ÖLÜMÜ VE KARAKTER NİTELİKLERİNİN YOKLUĞU ÜSTÜNE DÜŞÜNCELER

J. D. Hunter, *Karakterin Ölümü* adlı eserinde karaktere ilişkin şu görüşü ileri sürer: Karakteri mümkün kılan toplumsal ve kültürel koşullar artık mevcut değildir ve hiçbir siyasi retorik, yasal manevra, eğitim politikası oluşturma ya da mali destek bu gerçeği değiştiremez. Kendi ifadesiyle aktaracak olursak:

> "Karakter öldü. Onu canlandırma girişimleri beklenen sonucu vermeyecektir. Onun zamanı geçti. … Karakteri mümkün kılan toplumsal ve kültürel koşullar artık mevcut değildir ve hiçbir siyasi retorik, yasal manevra, eğitim politikası oluşturma ya da mali destek bu gerçeği değiştiremez. Bunun zamanı geçmiştir" (s. xiii).

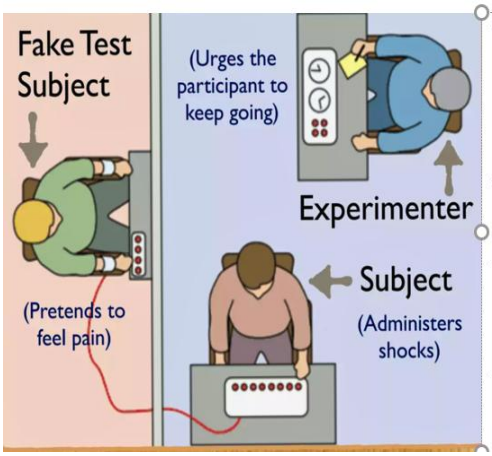
> "Karakter istiyoruz ama güçlü bir bağlılık fikri olmadan; güçlü bir ahlak istiyoruz ama suçluluğun veya utancın duygusal yükü olmadan; erdem istiyoruz ama her durumda rencide eden belli ahlaki gerekçelendirmeler olmadan; kötülükten

bahsetmeden iyilik istiyoruz; üzerinde duracak bir otorite olmadan ahlak istiyoruz; kişisel özgürlüğe sınırlama getirmeden daha fazla topluluk bağı istiyoruz. Kısacası, istediğimiz koşullarda sahip olmamız mümkün olmayan şeyleri istiyoruz" (Hunter: 2000).

Elbette ki Hunter, karaktere ilişkin tespit ettiği bu durumdan hoşnut değildir. Esasında bu ifadeleri bir eleştirinin retoriksel serzenişleri olarak okumak gerekir.

Şimdi ise John M. Dorris (2002) gibi araştırmacılar tarafından felsefi bir tez olarak savunulan görüşe geçiyoruz. Bu görüş, deneysel kanıtlar durumsal faktörlerin davranışı genellikle kişisel faktörlerden daha iyi tahmin ettiği çıkarımına dayanır. Dorris, bu düşüncesine bir dizi psikoloji deneylerinin sonuçlarına dayanarak analiz eder. Bu deneylerden ikisi şekil 2 ve şekil 3'te özetlenmiştir.

Şekil 2. Stanley Milgram Deneyi (1960-63)



- Katılımcılara deneyin cezalandırmanın öğrenmeye olan etkisi ile ilgili olduğu söylenir. Deney düzeneğinin bir yanında "öğretmen" olarak adlandırılan katılımcı, diğer tarafta da bir sandalyeye sabitlenmiş olarak bileklerinde elektrot bağlı olan "öğrenen" bulunmaktadır.
- Deney öncesinde katılımcılara şok düzeyinin 15 ila 450 volt arasında olduğu söylenerek, hangi düzeye kadar gidecekleri de sorulur.
- **Sonuç**: Katılımcıların çoğu deney öncesinde beyan ettikleri elektrik şok düzeyinin çok çok üzerine çıkarak başkalarına zarar verme davranışı göstermiştir.
- Katılımcıların %65'i (üçte ikisi) en yüksek seviye olan 450 volta kadar devam etmiştir. Tüm katılımcılar 300 volta kadar devam etmiştir.

Şekil. 3. Telefon Kulübesi Deneyi (Isen ve Levin: 1972)

- **Yardımseverlik ruh haline mi bağlı?**
- Telefon kulübesi öyle ayarlanıyor ki bazı katılımcılar ahizeyi indirdikten sonra jeton kutusundan bolca para jeton geri geliyor, bazıları görüşme yaptıktan sonra normal ayrılıyor. Katılımcıların bu durumdan haberi yok.
- Her konuşma sonrasında deney katılımcısı elindeki evrakları yere düşürüyor.
- **Sonuç**:

	Yardım etti	Yardım etmedi
Buldu	14	2
Bulmadı	1	24

- Bolca jeton geri dönüşü alanların çoğu adama yardım ediyor, almayanların çok azı.





John M. Doris ((2002) bu ve benzeri deneysel kanıtlardan hareketle şu sonuca varır:

> "Deneysel kanıtlar durumsal faktörlerin davranışı genellikle kişisel faktörlerden daha iyi tahmin ettiğini göstermektedir ve bu izlenim laboratuvar sınırları dışındaki davranışın dikkatli incelenmesi ile desteklenmektedir. Çoğu durumlarda kişilik çok daha az bir sağlamlıkla davranışın belirleyicisi gibi görünüyor. Kabaca ifade etmek gerekirse, *insanlar tipik olarak karaktere sahip değildirler*."

Bize göre, bu deneyler aslında karakterin iki yönüne işaret eder. Bunlardan birincisinde göre, erdem ve karakter durumsal niteliklere duyarlıdır, onları dikkate alır. Bu görüş karakter ahlakının bir eksikliği veya karakter niteliklerinin olmadığına ilişkin bir kanıt olmaktan ziyade tam da, Aristoteles'in ifade ettiği gibi, bu ahlak geleneğinin ayırıcı özelliğidir. İkincisi, asimetrik güç ilişkisinin karakter sefaletinin önemli nedenlerinden biri olduğu, insanların içsel değer ve motivlerini gerçekleştirmelerindeki en önemli engel olduğu açıktır. Bu nedenle, ailede, işte, okulda ve genel olarak toplumda aşırı asimetrik güç ilişkisinin varlığı karakter niteliklerini engelleyici bir unsurdur.

SİYASAL SİSTEMLER VE KARAKTER

Siyasal sistemlerin yönetim sistemiyle doğrudan karşılıklı ilişki içerisinde olduğu fikrini ilk kez savunan Platon olmuştur. Platon (1979) *Devlet*'te şu soruyu sorar: "Devletteki değişik hallerin her insanda bulunduğunu kabul etmek zorunda değil miyiz? Devlet bunları bizden almaz da nereden alabilir?" Platon vardığı sonucu şöyle ifade eder:

> "Kaç çeşit insan yaradılışı varsa, o kadar da devlet şekli olacak elbet. Devlet şekilleri meşe ormanlarından, kayalıklardan mı çıkıyor dersin, yoksa yurttaşların her işte ağır basan huylarından mı? Huylarından herhalde. Beş çeşit devlet olduğuna göre beş çeşit de insan vardır öyleyse…"

Platon, bu ilişkinin devletten insana doğru da etkileş gösterdiğini de savunur. Yani, beş çeşit devlet şekli olduğuna göre, beş çeşit de insan karakteri vardır.

Coğrafi faktörün toplumların yapısı, karakteri ve ahlakı üzerine etkisi konusu klasik düşünürler arasında bir tartışma konusudur. Örneğin, İbni Haldun'a (2020) göre, coğrafyanın insan tabiatı ve karakteri üzerinde belirleyici bir tesiri vardır. Şöyle der: "Bunu çeşitli iklimlerde ve ülkelerde araştır, havaya ait keyfiyetlerin ahlak üzerinde etkili olduğunu göreceksin." Ancak, ilginçtir ki, İbni Haldun (2020) alışkanlıkların da insan tabiatı ve karakteri üzerinde belirleyici olduğunu açıkça savunur:

> "İnsan adetlerinin (ülfet ettiği şeylerin çocuğu) ürünüdür. Tabiatının ve mizacının çocuğu ve mahsulü değildir. Bir kimse, huy, meleke ve adet vaziyetine gelecek derecede bir takım hallerle ünsiyet ederse, artık bu haller o kimsenin tabiatı ve cibilliyeti durumuna gelir" (s. 399).

Hume (2017) ise sanki İbni Haldun'a cevap veriyor gibi "insanların davranış veya zekâlarının havayla, beslenmeyle veya iklimle değişebileceğini düşünmüyorum" der. Ona göre, Aynı bölgede iki farklı yönetim biçimi varsa ortak karakter yönetimin otoritesi çerçevesinde değişir: "nehri ya da dağı geçince, yeni bir yönetimle birlikte yeni davranış biçimleri ortaya çıkar" (s. 197). Bu konuyu örneklendirmek üzere Türklerle Yunanlıları karşılaştırır:

> "Aynı ülkede yaşadıkları halde dil veya din farklılığı nedeniyle birbirleriyle karışmayan iki ulus uzun yıllar boyu farklı ve hatta birbirleriyle zıt karakterler gösterebilirler. TÜRKLERİN dürüstlüğü, ağırbaşlılığı ve kahramanlığı, modern YUNANLILARIN sahtekârlığı, hafifliği ve korkaklığı tam bir zıtlık oluşturur" (s. 200).

Montesquieu ise Kanunların Ruhu (2017) eserinde soğuk iklimlerde yaşayanların daha çok kendine güvenli ve cesur, mert olduğunu; sıcak iklimde yaşayanların korkak ve yaşlılar gibi çekingen olduğunu söyler. Konumuz açısından Montesquieu'un en önemli görüşü üç farklı siyasal sistemin üç farklı erdem ve değer allayışına dayandığını söylemesidir. Ona göre, istibdat yönetimi korkuya, saltanat yönetimi şan ve şerefe, cumhuriyet yönetimi ise erdeme dayanır. Cumhuriyetçi yönetimin yurttaşlık erdemlerini önceliklendirdiği ve bunu temel yurttaşlık nitelikleri arasında saydığı Antikçağdan beri vurgulanan bir husustur.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın sınırlılığı kapsamında vardığımız sonuçları şöyle ifade edebiliriz. Sonuç 1: Asimetrik güç ilişkisi karakter sefaletinin başlıca nedenlerinden biridir. Sonuç 2: Karakter ahlakı durumsal farklılıklara duyarlıdır ama bu onu rölativist bir ahlak yapmaz. Sonuç 3: Evet, karakterin sosyal ontolojisinde ve kültürel destekleyicilerinde kayma ve değişmeler oldu. Bir kişinin ahlaki eylemlerine ilişkin gözlem sayısı arttıkça, ahlaki değerlendirme eylem temelli değerlendirmeden karakter temelli değerlendirmeye meyleder. Yüz yüze ilişkiler somut ötekine ahlaki hesap verme ilişkisini doğ uruyor. Buna karşın, şehir hayatının ikincil derecede, yüz yüze olmayan anlık ilişkileri karakterden ziyade eylem temelli ahlaki değerlendirmelere destek veriyor. Sosyal görünürlük ile ahlaki itibar arasında doğrudan bir ilişki vardır. Karakter ahlakı daha çok kırsal alana özgü veya küçük gruplarda daha çok yeşerme imkânı bulmaktadır.

Sonuç 4. Karakter ahlakı siyasal düzenle ve politik atmosferle karşılıklı etkileşim içerisindedir.

Bu nedenle, politik kültürü dikkate almayan bir karakter eğitiminin başarı şansı düşüktür.

REFERANSLAR

Bronfenbrenner, *U*. (*1979*). *The ecology of human development*: Experiments by nature and design. *Harvard University Press*.
Doris, J. M. (2002). *Lack of Character*, Cambridge: Cambridge University Press.
Hume, D. (2017). Siyasi Denemeler, Türkçesi: İ. H. Yılmaz, Pinhan Yayınevi.
Hunter, J. D. (2000). The Death of Character: Moral Education in an Age Without Good or Evil. Basic Books.
İbni Haldun (2020). *Mukaddime*, Hazırlayan: S. Uludağ, İstanbul: Dergah Yayınları.
Kupperman, J. (1991). *Character*, Oxford: Oxford University Press.
Montesquieu, (2017). *Kanunların Ruhu Üzerine*, Türkçesi: B. Günen, İş Bankası Yayınları.
Platon, (1999). *Devlet*, Türkçesi: S. Eyüpoğlu ve M. A. Cimcoz, İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları,
Yazıcı, S. ve Yazıcı, A. (2011). Felsefi, Psikolojik ve Eğitim Boyutlarıyla Karakter. Konya: Çizgi Kitapevi.

AHLAKLI OLMANIN GEREKÇELENDİRİLMESİ ÜZERİNE ÇOĞULCU BİR YAKLAŞIM

Sedat YAZICI
Bartın University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, 74100 Kutlubey Kampüsü, Bartın
ORCID: 0000-0002-7393-0722
Aslı YAZICI
Bartın University, Faculty of Literature, Department of Philosophy, 74100 Kutlubey Kampüsü, Bartın
ORCID: 0000-0002-9410-8164

ÖZET

Bu bildirinin amacı "Neden ahlaklı olmalıyız?" sorusunu çoğulcu bir yaklaşım temelinde ele almak ve incelemektir. Bu soru, ahlak felsefesini ilgilendirdiği kadar ahlak eğitimini de temelden ilgilendirir. Çünkü bir kişiden ahlaklı olmasını istediğimizde veya ahlak eğitimi verdiğimiz her süreçte bu sorunun cevaplarından hareketle bir gerekçelendirme zemini ararız. "Neden ahlaklı olmalıyız?" sorusu nasıl bir sorudur? Birincisi, bu sorunun bir değer yargısı içerdiği açıktır. Öyleyse, bu soruya verilecek cevaplarda kaçınılmaz olarak normatif bir yönün olması beklenir. İkincisi, neden ahlaklı olmalıyız sorusu ikna edici bir söyleme sahiptir. Bu, esasında Stevenson'ın başarılı bir şekilde ortaya koyduğu üzere, tüm ahlaki yargıların ortak özelliğidir. Dinamik kullanımlarında, ahlaki yargılar söyleyenin karşısındakini ikna etmeye çalıştığı bir söyleme sahiptir. Üçüncüsü, bu soru herkesi ilgilendirdiğinden ve herkese yönelik bir söylem içerdiğinden muhatabımız asgari kamusal akla sahip tüm rasyonel ve makul kişiler olmalıdır. Öyleyse, neden ahlaklı olmalıyız sorusuna verilecek cevaplar (1) normatif temellendirmenin yanında pratik gerekçeleri de içermeli, (2) yeryüzünde her makul insanı ikna edici türden sebepler göstermelidir. Bu bildiride, Platon da dâhil olmak üzere ahlaklı olmanın gerekçesi ile ilgili temellendirmelerin bu iki koşul üzerinden en iyi savunulacağını göstermeye çalışacağız. Bildiride bu çoğulcu yaklaşımın unsurları olarak 1. Zarar vermeme ilkesi, 2. Sosyal işlevsellik, 3. İçsel uyum ve kişilik bütünlüğü temelinde incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Ahlaklılık, normatif gerekçelendirme, pratik gerekçelendirme.

A PLURALIST JUSTIFICATION FOR BEING MORAL

ABSTRACT

The aim of this paper is to address and analyze the issue of "Why should we be moral?" on the basis of a pluralist approach. This question is fundamentally relevant to moral philosophy as well as moral education. Because when we ask a person to be moral or in every process in which we provide moral education, we seek grounds from the answers to this question.

What kind of a question is “Why should we be moral?” First, it is clear that this question involves a value judgment. Therefore, the answers to this question are inevitably expected to have a normative aspect. Second, the question of why we should be moral has a persuasive discourse. This is, in fact, a common feature of all moral judgments, as Stevenson successfully demonstrates. In their dynamic use, moral judgments have a discourse in which the speaker tries to persuade the other. Third, who is the interlocutor we are trying to persuade when we ask this question? Since the question concerns everyone and involves a discourse directed at everyone, our interlocutor should be all rational and reasonable people with a minimum of public reason. So, the answers to the question of why we should be moral include these: 1) It should include practical as well as normative justification. 2) It must give reasons of a kind that are convincing to every reasonable person on earth. In this paper, we will try to show that justifications for morality, including Plato's, are best defended on the basis of these two conditions. The paper will examine the elements of this pluralistic approach on the basis of: 1. The principle of nonmaleficence, 2. Social functioning, 3. Inner harmony and integrity of personality.

Keywords: Morality, normative justification, practical justification.

1.GİRİŞ

"Neden ahlaklı olmalıyız?” sorusu nasıl bir sorudur? İlk olarak, soru birinci çoğul şahıs formunda düzenlenmiş bir sorudur. Buradaki “biz” öznesi yeryüzünde halen var olan ve gelecekte de var olacak insanları kapsar. İkincisi, soru bir değer yargısı içerir. Bu soru, neden sözümü tutmalıyım, yalan söylememeliyim, başkasına zarar vermemeliyim sorularının türsel bileşenidir. Öyleyse, vereceğimiz cevaplarda kaçınılmaz olarak normatif bir yönün olması beklenir. Üçüncüsü, bu soru ikna edici bir söyleme sahiptir. Dinamik kullanımlarında, ahlaki yargılar söyleyenin karşısındakini ikna etmeye çalıştığı bir söyleme sahiptir. Dördüncüsü, bu soruyu sorarken ikna etmeye çalıştığımız muhatabımız kim? Soru herkesi ilgilendirdiğinden ve herkese yönelik bir söylem içerdiğinden muhatabımız sadece felsefeciler değil elbette. Onların da içinde yer aldığı, asgari kamusal akla sahip tüm rasyonel ve makul kişiler olmalıdır. Öyleyse, vereceğimiz yanıt:

1) Normatif temellendirmenin yanında pratik gerekçeleri de içermeli.

2) Yeryüzünde her makul insanı ikna edici türden sebepler göstermeli.

Ahlak felsefesi ile ilgili tüm indirgemeci kuramlar ve karşıtları ahlaki yargıların ahlaki olmayan olgulara dayanıp dayanmadığı problemini doğruluk, özdeşlik ve mantıksal çıkarım üzerinden tartışır. Ancak, ahlaki değerleri, ahlaki olmayan olgulardan mantıksal olarak çıkaramıyorsak da, ahlaki olmayan olguları ahlaklılığı temellendirmede neden kullanmayalım? Eğer ahlaklı

olmak belli ahlaki olmayan iyiliklere yol açıyorsa, bu, ahlakın değerine bir destek değil midir? Bildirinin geri kalan kısmında bu görüş temellendirilecektir. Bildiride bu çoğulcu yaklaşımın unsurları olarak 1. Zarar vermeme ilkesi, 2. Sosyal işlevsellik, 3. İçsel uyum ve kişilik bütünlüğü temelinde incelenecektir.

2.PLATON'UN ÇÖZÜMLEMESİ

Platon, *Devlet*'in ilk iki kitabında adalet (doğruluk) ve adaletsizlik (eğrilik) meselesini tartışırken aslında neden ahlaklı olmalıyız soruna bir cevap oluşturur. Burada Sokrates şu temel soruyu sorar: "Sence, sonuna varan eğrilik, sonuna varan doğruluktan daha mı kârlıdır?" (Platon, 1981, s. 40). Bu soru üzerinde yapılan konuşmalarda her ikisinin de belli faydalar sağladığı vurgulanır ve hatta bu yönüyle adalet ve adaletsizliğin ortak özellikler taşıdığı ifade edilir. Eğrilik yapan da doğruluk yapan da bunu belli ilgi ve eğilimden dolayı yapıyor olabilir: "Dünya kurulalı beri sözleri bize kadar ulaşan kahramanlar ve çağdaşlarımız arasında, tek kişi çıkmamıştır ki, eğriliği kötüleyip doğruluğu överken, her ikisinin ün, ceza, kâr gibi sonuçlarını ele almasın" (Platon, 1981, s. 57).

Konuşmada, doğruluğun da eğriliğin de benzer eğilimden gerçekleştiğini göstermek için X, Lydia kralının hizmetinde olan çoban Gyges'in yüzüğü efsanesini anlatır. Gyges, derin bir kuyuda bulduğu bir yüzükle saraydaki haftalık toplantıya katılır. Yüzüğü farkına varmadan avucunun içine alıp kapattığında kendisinin diğerleri arasında görünmez olduğunu fark eder. Açtığında tekrar görünür olur. Bu şekilde yüzüğün sihrini fark eden Gyges, görünmez olarak saraya girer, kralın hanımını baştan çıkarır, onun yardımıyla kralı öldürerek tahta geçer. Şimdi böyle iki yüzük olsa, birini doğru adamın, diğerini eğri bir adamın eline takarak şehre salı versek, ikisinin de yapacağı benzer kötülüklerdir. İnsanların kötülük yapmama konusunda anlaşmış olması insanın her zaman bunu yapmaya gücünün yetmemesindendir. Üstelik, eğriliği sürdürenin pek ala bunun toplumsal sonuçlarından kendini kurtararak avantajına çevirecek mekanizmalar da mevcuttur:

> "Eğri olursak, hem nimetlere konar, hem de dualarla günahlarımızı affettiririz. … Böyle olunca, eğrilik yerine doğruluğu seçmenin ne manası olabilir? Öyle ya, hem halkın, hem aydınların önünde, eğriyken doğru görünmeyi başardık mı, hayatta da, öldükten sonra da, Tanrıların, insanların arasında işimiz iş" (Platon, 1981, s. 56).

Bu nedenle, dışsal etkiler bu iki davranış arasındaki farkı ortaya çıkarmada ayraç değildir. Bu ancak "insanın kendi isteğiyle değil, zorlanarak doğru olduğunu gösteriyor" (Platon, 1981, s. 52). Asıl amaç "doğruluğun başlı başına iyi ve kârlı, eğriliğin zararlı olduğunu göstermek" olmalıdır (Platon, 1981, s. 57). Dolayısıyla, ahlaklı olmak, doğru olmak, adaletli olmak hem

kendinde iyi olacak, hem de bunların tersini yapmak zararlı olacak. Sonuç olarak Sokrates'e göre kendiliğinden iyi olan bir şey vardır ve adalet ya da doğruluk böyle bir şeydir: "Bana kalırsa doğruluk, bunlardan en güzeline girer; hem kendisi, hem de verdiği sonuçlar iyi olan şey, mutlu olmak isteyenin aradığı şey, doğruluk" (Platon, 1981, s.49). Sokrates ve konuşmacıları, doğruluk ile iyilik, eğrilik ile kötülük özdeşliği üzerinden eğriliğin hiçbir zaman doğruluktan daha kârlı olamayacağı sonucunu çıkarır (Platon, 1981, s. 47).

3.KLASİK DÖNEM: METAFİZİK, ONTOLOJİK VE DİNİ TEMELENDİRMELER

Klasik sistemlerde ahlaklı olma sorunu epistemik bağlılıkla hakikate yönelim, doğaya uygun ereksel gelişim, kozmik akılla uyum, ruhsal sükûnet, ilahi sevgi ve hikmetle birleşme gibi çok katmanlı metafizik ve ontolojik düzlemler üzerinden anlamlandırılmıştır. Bu sistemlerde konunun ele alınışı, öznenin yükümlülüğe içsel bağlılığı ve kişisel gerekçelendirme açısından değildir.

Ortaçağ felsefesi, ahlaki yükümlülüğü aşkın bir düzene, Tanrısal iradeye ve ilahi lütfa dayalı biçimde yeniden temellendirmiştir. Augustinus, insan doğasını günaha eğilimli ve içsel bölünmüş olarak tanımlar; ahlaki yaşamı ise Tanrı sevgisine (caritas) ve lütfa açık bir ruhun bütünleşme süreci olarak kavrar (Augustinus, 2001, s. 113). Bu yönelim, bireyin yalnızca dışsal kurallara itaat etmesini değil, hakikate ve kurtuluşa yönelik ontolojik ve psikolojik bir dönüşüm geçirmesini zorunlu kılar. Ortaçağ'ın sistematik etik inşasında Thomas Aquinas, Aristoteles'in teleolojik doğa anlayışını Hristiyan teolojisiyle sentezleyerek, insanın ilahi düzene uygun yaşamaya yönelmiş bir varlık olduğunu savunur (Aquinas, 2002, s. 477). Böylece ahlaklı olmak, hem akli muhakeme hem de ilahi iradeye sadakat temelinde rasyonel bir sorumluluk halini alır. Hristiyan ahlak anlayışında olduğu gibi, İslam ahlakında da ahlaki yükümlülük vahiy temellidir. İslam ahlakında ahlakla ilgili doğrudan emir ve yasakların yanı sıra çoğu erdem davranışı emir kipinde belirtilmiştir.

Klasik ve modern ahlak felsefelerinin ortak özelliği ahlaklılığı ve ahlaki sorumluluğun temelini kendi meta-etik yaklaşımlarına dayandırmalarında yatmaktadır. Çağdaş etik düşünce, normatif-motivasyonel yaklaşımlar arasındaki boşluğu doldurmak üzere doğalcı yaklaşımlar, işlevselci açıklamalar, kimlik ve kişilik bütünlüğü, ilişkisel koruma ve sorumluluk, rasyonel iletişimsel hesap verebilirlik gibi farklı açıklamalar ortaya çıkmıştır (Held, 2006; Gilligan, 1982; Noddings, 1984; Louden, 1992; Sayre-McCord, 1989; Nielsen, 1984). Bu yaklaşımların çoğu kökeninin Aristotelesçi, klasik ve modern düşünceden olmakla birlikte onlardan ayrıldığı temel hususlar çoğulcu ilkelere dayanarak soruya daha sistematik cevap veriyor olmalarında yatmaktadır. Bu yaklaşımlara geçmeden, tarihsel anlatımımıza bir ara vererek, önce onları da çerçeveleyecek yöntemsel ilkelerin dayanaklarını ve sınırlarını belirlememiz gerekir.

4.ÇAĞDAŞ ÇOĞULCU GEREKÇELENDİRMELER

Zarar vermeme ilkesi: Ahlaki kurallar, bireylerin birbirine zarar vermesini önleyen ve tüm rasyonel kişiler tarafından kabul edilebilecek kamusal sistemlerdir (Gert, 2005, s. 344). Gert, bu ilkeyi on temel ahlaki kural üzerinden savunur. Birinci grupta doğrudan fiziksel ve mülki zararları yasaklayan normlar yer alır: Öldürme, yaralama, sakat bırakma, özgürlükten mahrum bırakma ve mülke zarar verme. İkinci beşli kurallar ise toplumsal güven, işbirliği ve ahlaki tutarlılığı koruyan yükümlülükleri kapsar: Aldatmama, sözünde durma, hile yapmama, yasalara uyma ve görevini yerine getirme.

Sosyal işlevsellik: Ahlaki yükümlülük insanın anlamlı düşünme, iletişim kurma ve toplumsal ilişki geliştirme kapasitesinin kurucu koşulu olarak ortaya çıkar (Louden, 2015, s. 138). Bu, bilişsel etkinliklerin gerekli önkoşullarından biridir. Dürüstlük, adalet, saygı ve güvenilirlik gibi temel ahlaki değerler, yalnızca etik eylem için değil; anlamlı iletişim, rasyonel tartışma ve toplumsal katılım için de zorunludur.

İçsel uyum ve Kişilik bütünlüğü: Ahlaklı olmanın kaynağı bireyin kendi yaşam pratiğiyle ve kimlik bütünlüğüyle kurduğu varoluşsal dengeye dayanır. Birey, kendisiyle tutarlı kalabilmek, vicdani bütünlüğünü koruyabilmek ve içsel gerilimden kaçınabilmek adına ahlaki normlara bağlılık geliştirir. Bu model, bireyin öz-farkındalığını ve etik sorumluluğunu, normatif soyutlamaların ötesinde somut varoluşsal pratiğe yerleştirir. Bu yaklaşım çağdaş ahlak felsefesinde *ahlaki kimlik* (moral identity), *kendine karşı hesap verebilirlik* (Korsgaard, 1996), *gerçek benlik* (Frankfurt, 1999) ve *kendilik anlatısı* (Taylor, 1989) fikirleriyle doğrudan örtüşür. Platon şöyle der: "Öyleyse, iyilik içimizin sağlığı, güzelliği, düzeni; kötülükse, hastalığı, çirkinliği, çürüklüğüdür" (Platon, 1981, s. 134). Ceza görsün görmesin, insanın iyiliğe yönelmesi ve kötülükten kaçınmasının nedeni burada yatar: "Bedenin düzeni bozuldu mu yaşayamaz olur insan. Bütün yemekleri, bütün içkileri tatsa, bolluk içinde de olsa, hayatın temelinde bir bozukluk, bir çürüklük oldu mu nasıl yaşayabilir? Öyle bir adam her dilediğini yapabilse de, içindeki kötülükten, eğrilikten kurtulamayacak, doğruluğa, iyiliğe ulaşamayacak" (Platon, 1981, s. 135).

SONUÇ

Ahlaki yükümlülüğün gerekçelendirilmesine ilişkin felsefi arayış, tarihsel olarak metafizik sistemlerden modern normatif teorilere ve çağdaş çoğulcu yaklaşımlara doğru evrilmiştir (Frankfurt, 1999; Korsgaard, 1996; Taylor, 1989). Klasik metafizik sistemler ahlaki yükümlülüğü kozmik düzen ve ereksel yapı içinde temellendirirken, modern yaklaşımlar bireysel aklın özerkliği ve evrensel norm üretimi üzerine odaklanmıştır (Rawls, 1993; Kant, 1996). Bununla birlikte, çağdaş etik literatür, ahlaki yükümlülüğün gerekçelendirilmesinde bu

yaklaşımların tek başına yeterli olmadığını ve çoklu bir gerekçelendirme yapısının gerekli olduğunu göstermektedir (Beehler, 1991; Darwall, 2006; Held, 2006).

Çağdaş ahlak felsefesinde ahlaklı olmanın gerekçeleri arasına ahlak alanının dışında pragmatik ve işlevsel unsurların katılması ile ahlak ile iyi arasındaki ilişkiyi yeniden tesis etmiştir. Bu eğilim, normatif temellendirmeyi bir kenara bırakmak değildir. Daha ziyade, ahlaki değerleri ahlaki olmayan olgulardan mantıksal olarak çıkaramıyorsak da, ahlaki olmayan olguları ahlaklılığı temellendirmede kullanarak normatiflikle olgusallık arasındaki ilişkiyi tesis etmektir. Eğer ahlaklı olmak belli ahlaki olmayan iyiliklere yol açıyorsa, bu, ahlakın değerine bir destek değil midir? Neden ahlaklı olmamız gerektiği sorusunu eğitimden sosyal ilişkilere açıklamanın en genel ve sağlam dayanağı bu olabilir diye düşünüyoruz.

KAYNAKÇA

Aquinas, T. (2002). *Summa Theologica*. Christian Classics.
Augustinus (2001). *İtiraflar* (Çev. S. Karataş). Kabalcı Yayınları.
Averroes (İbn Rüşd). (1998). *Fasl al-Maqal* (Çev. İ. Armağan). Klasik Yayınları.
Beehler, R. A. (1991). *Why be moral?* Peter Lang.
Darwall, S. (2006). *The second-person standpoint: Morality, respect, and accountability*. Harvard University Press.
Frankfurt, H. (1999). *Necessity, volition, and love*. Cambridge University Press.
Gert, B. (2005). *Morality: Its nature and justification* (Revised ed.). Oxford University Press.
Gilligan, C. (1982). *In a different voice: Psychological theory and women's development*. Harvard University Press.
Held, V. (2006). *The ethics of care: Personal, political, and global*. Oxford University Press.
Kant, I. (1996). *Groundwork of the metaphysics of morals* (H. J. Paton, Trans.). Harper & Row.
Korsgaard, C. M. (1996). *The sources of normativity*. Cambridge University Press.
Louden, R. B. (1992). *Morality and moral theory: A reappraisal and reorientation*. Oxford University Press.
Nielsen, K. (1984). *Why be moral?*. Prometheus Books.
Noddings, N. (1984). *Caring: A feminine approach to ethics and moral education*. University of California Press.
Plato. (1981). *Devlet*. (Türkçesi, S. Eyüpoğlu & A. Cimboz), Remzi Kitapevi.
Rawls, J. (1993). *Political liberalism*. Columbia University Press.
Taylor, C. (1989). *Sources of the self: The making of the modern identity*. Harvard University Press.

KUR'AN-I KERİM'DE MECAZ İFADELERİN PSİKOLOJİK YANSIMASI

Doç. Dr. Servet DEMİRBAŞ
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri, Tefsir Anabilim Dalı.
ORCID ID: 0000-0001-6415-2140

ÖZET

İnsan, tarih sahnesinde yerini almaya başladığı andan itibaren başkalarıyla iletişim kurmak, duygularını, düşüncelerini ve ihtiyaçlarını ifade etmek için geliştirdiği dil olgusu aslında sembollerden oluşan karmaşık bir sistemdir. Bu sistemi kullanmak ve anlamak zihinsel ve psikolojik bir süreçtir. Dildeki sembollerin birden fazla ve farklı anlamlarda kullanımı, anlama süreçlerini daha karmaşık hale getirmektedir. Tarihî süreçte dildeki sembollerin birden çok anlamda kullanımı mecaz olarak isimlendirilmiştir. Hangi seviyede olursa olsun dil olgusu içinde mecazlı ifadeler hep olagelmiştir. Dilin önemli unsurlarından olan mecaz, muhatap kitle üzerinde çok yönlü etki bırakmış; düşünceyi ve buna bağlı olarak dini inancı ve kültürü şekillendiren etkenlerden biri olmuştur. Dilin gelişmesine katkı sunan önemli unsurlardan biri de kuşkusuz kutsal metinlerdir. Kur'an-ı Kerim, nüzul dönemi Araplarının kullandığı dil ile indiği için o dilin özelliklerinden ve meziyetlerinden mecaz, istiare, kinaye, teşbih, temsil, telmih ve hazif gibi dil olguları ile edebî sanatları barındırmaktadır. Kur'an-ı Kerim, lafız ve manadan oluşan literal bir yapı olmanın ötesinde ruhları etkileyen özelliklere sahiptir. O, vermek istediği mesajları çok kere edebî sanatlar araçlığıyla ulaştırmış; bireyin ve toplumun tekâmülünü öncelemiştir. Kur'an-ı Kerim, anlamı metafizik alandan fizik alanına taşıdığından dolayı farklı iki varlık alanı arasında sağlam bir iletişim kurabilmesi için kendine ait özellikler taşımaktadır. Bu özellikler mecaz çeşitlerini de içine alan geniş bir alan oluşturmaktadır. Kur'an-ı Kerim'deki dil özeliklerinin ve edebî sanatların muhataplara iletmek istediği ikincil anlamlar söz konusudur. Bu bağlamda ondaki mecaz ifadelerin muhataplar üzerinde manevî etkisi ve psikolojik yansımaları vardır. Mecaz, dildeki delalet boyutunu genişleterek yeni anlamlara ulaşmayı temin ettiği gibi konuşanın ve muhataplarının içinde bulunduğu ruh halini ve duygusal boyutlarını anlamaya da yardımcı olur. Klasik dönem tefsirlerinde edebî sanatların insan ruhuna ve psikolojisine etkisiyle ilgili yorumlara rastlansa da bu tür çalışmalar çağdaş dönemde "psikolojik tefsir" bağlamında daha geniş bir şekilde araştırılmaktadır. Bu çalışmada Kur'an'da mecazın varlığını kabul edenlerin görüşlerinden hareketle mecaz ifadelerin muhataplar üzerindeki etkileri psikolojik tefsir açısından araştırılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden metin analizine dayalı olarak bazı tefsirler üzerinden mecaz ifadelerin bulunduğu ayetler incelenmiş, müfessirlerin konuyla ilgili yorumları analiz edilerek bunların

insan psikolojisine etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırma neticesinde Kur'an-ı Kerim'in kullanmış olduğu mecaz ifadelerle insan psikolojisi arasında güçlü bağların olduğu ve mecaz ifadelerin muhataplar üzerinde ruhsal ve psikolojik etkiler bıraktığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tefsir, Kur'an-ı Kerim, Psikolojik Tefsir, Mecaz, Psikolojik Yansıma.

THE PSYCHOLOGICAL REFLECTION OF METAPHORICAL EXPRESSIONS IN THE QUR'AN

ABSTRACT

From the moment humans began to take their place on the stage of history, the phenomenon of language—developed to communicate with others and to express emotions, thoughts, and needs—has in fact been a complex system composed of symbols. Using and understanding this system is a mental and psychological process. The use of linguistic symbols in multiple and different meanings makes comprehension processes even more complex. Throughout history, the use of multiple meanings for linguistic symbols has been referred to as "metaphor." At every level of language, figurative expressions have always existed. Metaphor, as one of the essential elements of language, has had multidimensional effects on its audience; it has been one of the factors shaping thought and, consequently, religious belief and culture. Undoubtedly, sacred texts are among the significant elements that contribute to the development of language. Since the Qur'an was revealed in the language used by the Arabs of the period of revelation, it encompasses linguistic features and literary devices such as metaphor, metonymy, allusion, simile, representation, and ellipsis. The Qur'an, beyond being a literal structure composed of wording and meaning, carries qualities that influence the human soul. It frequently conveys its intended messages through literary devices, prioritizing the spiritual and moral development of individuals and society. As the Qur'an transfers meaning from the metaphysical realm to the physical realm, it possesses unique characteristics that allow for establishing a strong connection between these two distinct domains of existence. These characteristics form a broad area that includes various types of metaphor. The linguistic features and literary devices found in the Qur'an convey secondary meanings to its audience. In this context, the metaphoric expressions within it have spiritual and psychological effects on recipients. Metaphor not only expands the semantic scope of language, enabling access to new meanings, but also helps in understanding the speaker's and the audience's emotional states and psychological dimensions. Although classical exegetical works contain interpretations concerning the effect of literary devices on the human soul and psychology, such topics are examined more extensively in contemporary scholarship within the framework of "psychological exegesis"

In this study, based on the views of scholars who affirm the presence of metaphor in the Qur'an, the effects of metaphorical expressions on recipients are examined from the perspective of psychological exegesis. Using text analysis—one of the qualitative research methods—verses containing metaphorical expressions were studied through selected exegetical works, and the opinions and interpretations of commentators were analyzed to identify their psychological impact. The findings indicate that there are strong connections between the metaphorical expressions used in the Qur'an and human psychology, and that these expressions leave significant spiritual and psychological effects on their audience.

Keywords: Tafsir, Qur'an, Psychological Exegesis, Metaphor, Psychological Reflection.

GİRİŞ

Kur'an-ı Kerim'in içerdiği anlam alanlarından biri de hiç şüphesiz onun psikolojik yönüdür. Özellikle ihtiva ettiği edebî sanatlarda barındırdığı etkileme gücü muhataplarının akıllarına yönelik olmakla birlikte onların ruh hallerini ve psikolojik durumlarını kapsamaktadır. Kur'an-ı Kerim'de insanların ruh hallerini ve psikolojik durumlarını etkileyen hususlarla ilgili ayetlerin cümle yapıları incelendiğinde bunların genellikle edebî üsluplarla geldiği görülür. Mecaz çeşitleri ve diğer edebî kullanımlarda esas maksat bu sanatların içerdiği geniş anlam geçişleri vasıtasıyla iletilmek istenen mesajların ve hükümlerin insanların zihinlerine, kalplerine ve duygularına anlaşılır ve etkileyici bir şekilde iletilmesidir (Kasapoğlu, s. 423). Kur'an-ı Kerim'de yer alan mecaz çeşitleri çok kere teşbih, temsil ve soyut anlamların somutlaştırılması gibi anlam alanlarıyla ilgili olduğu için muhataplar üzerinde psikolojik etkiler bırakarak onların hakikati anlamalarına yardımcı olur. Edebî sanatların ortaya çıkmasında ve gelişmesinde insanın ruh halinin ve psikolojik durumunun etkili olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu etkiyi anlamak daha mümkün hale gelir.

İslam kültür ve medeniyetinde Kur'an-ı Kerim'de mecaz olgusu ve üzerindeki tartışmaların teolojik ve lengüistik etkileri söz konusudur. Bunun temelinde Kur'an-ı Kerim'in lafız ve mana olarak benzersizliğini ifade eden i'câz teorileri vardır. Bu konuda kelamcılar ve dilbilimciler arasında derin görüş ayrılıkları söz konusudur (Gündüzöz, s. 31-40). Tarihî süreçte, mecazı öncelikle lafzın manaya delaletiyle ilgili olarak ilk defa gündeme getiren Sîbeveyhî (öl. 180/796) olmuştur (Durmuş, 28/217-218). Bu dönemlerde mecaz daha çok gramer açısından incelenirken bir sonraki evrede Kur'an-ı Kerim'deki müteşâbih ayetlerin izahında teolojik tartışmaların merkezinde yer almıştır. Mecaz, dil temelli bir sistem olarak her zaman kelamî ve fıkhî problemlerin çözümünde Kur'an-ı Kerim ile ilişkilendirilmiştir (Köklüdağ, s. 17).

Mecaz tartışmalarının hararetli bir şekilde sürdürüldüğü dönemlerde müfessirler de bundan bigâne kalmamışlardır. Mecaz kelimesini bu günkü anlamına yakın bir mahiyette Kur'an-ı

Kerim ve tefsir ile ilişkilendiren Ebü 'Ubeyde Ma'mer b. Musennâ (öl. 209/824) olduğu söylenmektedir (Türkmen, 2000, s. 77-78). *Mecâzü'l-Kur'ân* isimli eserinde sarf, nahiv, lugat ve iştikak meseleleri yanında mecaz, teşbih, temsil, kinaye, i'câz, hazif, takdim-tehir gibi belâgata dair birçok konuya değinmiştir (Yerinde, 28/ 226). İlerleyen tarihi süreçte özellikle dirayet tefsirlerinde Zemahşerî (öl. 538/1144), Fahreddîn er-Râzî (öl. 606/1210) ve Âlûsî (öl. 1270/1854) gibi müfessirler mecazı daha çok ilâhî kelâmın edebî *i'câz*ını ortaya koymaya matuf olarak incelemişlerdir. Bununla birlikte zaman zaman mecazın muhataplar üzerindeki psikolojik ve eğitsel yönüne de işaret etmişlerdir.

Çağdaş dönemde psikoloji ilminin de bağımsız bir disiplin olarak gelişmesine paralel olarak disiplinler arası ilişki bağlamında Kur'an-ı Kerim'in psikolojik yönünü önceleyen tefsir çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda Emîn el-Hûlî (öl. 1966), edebî sanatların insan psikolojisiyle yakından alakalı olduğunu söyleyerek Kur'an-ı Kerim'in psikolojik etkileri yönüyle incelenmesi gerektiğini söylemiştir. *et-Tefsîrü'n-nefsî*/*Pisikolojik Tefsir* ismini verdiği bu yöntemi önerse de kendisi bu konuda çok fazla bir şey söylememiştir.

Psikolojik tefsir alanında İslam coğrafyasının farklı bölgelerinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de bu alanda en kapsamlı çalışmayı yürütenlerin başında Abdurrahman Kasapoğlu gelmektedir. Bütün çalışmalarını psikolojik tefsir üzerinde yoğunlaştıran Kasapoğlu, bu konuda on iki ciltten oluşan bir seri yayınlayarak psikolojik tefsiri hem kuram hem de uygulama olarak incelemiştir. Onun *"Psikolojik Tefsîrin Üslupla İlişkili Konuları - Belâgat Psikolojisi-* isimli çalışması Kur'an-ı Kerim'deki edebî sanatların psikolojik yansımalarını ve psiko-eğitsel yönünü incelemektedir. Kasapoğlu, çalışmasında Kur'an'daki edebî sanatların tamamındaki psikolojik yönü içeren bilgilere yer verdiği için konular icmal derecesinde kalmıştır. Bu çalışma ise Kur'an-ı Kerim'deki edebî sanatlardan sadece mecazın insan psikolojisine yansımalarını ele aldığı için diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Diğer taraftan bu çalışma Kur'an'daki mecaz ifadelerin psikolojik yönünü somut örnekler üzerinden müfessir yorumlarıyla birlikte değerlendirdiği için özgünlük arz etmektedir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE MECAZ TANIMI

Dil varlığının oluşturan kelime ve cümleler insanın duygularını temennilerini zihnî tasavvurlarını, en önemlisi de ruh halini ve psikolojik durumunu yansıtan canlı bir organizma gibi sürekli değişim halindedir. Başlangıçta sadece tek bir mana için kullanılan lafızlar zaman içinde farklı yan anlamları ve insanın duygu durumlarını ifade etmek için birincil anlamlardan ikincil anlamlara doğru doğal bir yöneliş olmuş; bunun neticesinde mecaz dahil bir çok edebî sanat ve farklı dil kullanımları zuhur etmiştir. Dilde mecaz kullanımıyla lafzın manaya delaleti

genişlemiş, manaya farklı duyguların ve psikolojik yansımaların eklenmesiyle yeni anlam alanlarına ulaşılmıştır (Arpa, 182). Tefsir ilmi başta olmak üzere İslâmî ilimlerin etrafında şekillendiği te'vîl/yorumlama yönteminin en önemli unsurlarından birinin mecaz olduğu söylenebilir. Geçmişten günümüze mecaz kavramı üzerinde çeşitli tartışmalar yapılsa da neticede dilde ve dilsel bir ifade olan Kur'an-ı Kerim'de mecazın varlığı kabul edilmiştir.

Mecaz, "bir yeri yürümek suretiyle geçmek" anlamındaki "cevâz" kökünden türetilen bir isim olup "asıl manasından alınıp ilgili bulunduğu başka bir manaya nakledilen lafız" demektir (Durmuş, 27/217). Lafzın gerçek olan birincil anlamıyla nakledilen ikincil anlamı arasında bir ilinti ve alaka kurularak birincil anlamın muhatap tarafından anlaşılmasını engelleyen bir karine ve mecazî manayı çağrıştıran bir ipucu ile lafzın, toplumun ortak kullanımındaki ikincil anlamlarda kullanılmasıdır (Kazvînî, 250). Mecaz kullanımının linguistik, semantik ve psikolojik birçok sebebinden bahsedilebilir. Lafızlar iletilmesi istenen mesajları birincil malalarla ifadede eksik kaldığında benzerlik ve diğer ilintisel unsular kullanılarak birçok mecaz formu kullanılır (Arpa, 182).

1.1. Psikolojik Tefsir

Tefsir ilmi, Kur'an-ı Kerim'i belli kurallar çerçevesinde araştırarak Allah Teâlâ'nın buruklarını insan gücünün ulaştığı kadarıyla açıklamaya çalışan bir ilim dalıdır. Müfessirler kendi ilmi birikimleri ve disiplinler arası etkileşimle farklı yöntemler kullanarak Kur'an'ı anlamaya ve anlatmaya çalışmışlardır. Bu yöntemlerden biri de insan ve toplum psikolojisini merkeze alan psikolojik yaklaşım ve yönelişlerdir. İnsan beden ve ruhtan müteşekkil bir varlık olup başta iman ve ahlak olmak üzere bütün duygu ve düşünceleri manevi haz ve ıstırapları, yaşadığı buhran ve sevinçleri daha çok maneviyatına ve ruhuna yönelik olduğundan Kur'an'ın psikolojik yaklaşımdan soyutlanma imkânı yoktur. (Sülün, 2017, s. 129).

Psikolojik tefsir, kuram ve yöntemleriyle gelişme safhasında olduğundan tam bir tanımlamaya henüz ulaşılmış değildir. Bu konuda farklı tanımlar yapılmıştır. Bunlar içinden tercih ettiğimiz ilmî çalışmalarını psikolojik tefsire hasreden Kasapoğlu'nun yaptığı tanımdır. "*Psikolojik tefsir,* Kur'an'da insanın duygu, düşünce, davranış gibi psikolojik yönünü doğrudan konu edinen kavram ve tasvirleri yorumlamayı amaçlayan, insanlara sunulan ilâhî mesajdaki genel ilke ve esasların öğretilmesinde izlenen psikolojik süreçleri ortaya çıkarmayı hedefleyen, dinin önerdiği iman ve amelle ilgili bütün değerlerin insanın psikolojik yapısıyla uyumlu olduğunu ortaya koymaya çalışan bir anlama ve yorumlama faaliyetidir. İlâhî kelâmın metin dışı bağlamı olarak nüzûl ortamını ve nüzûl sebeplerini psiko-sosyal açılardan inceleyen ve âyetleri bu verilerle birlikte değerlendiren tefsir yöntemidir" (Kasapoğlu , 2024, s. 27). Kur'an-ı Kerim'e

psikoloji ilminin yöntemleriyle yaklaşanlar eklektik bir yaklaşımla diğer tefsir yöntemlerini de dikkate alarak Kur'an metninin bütünlüğüne riâyet edip Arapça dil varlığının imkânları dâhilinde kalarak âyetleri açıklamaya çalışırlar (Kasapoğlu, 2024, s. 8-9).

2. KUR'AN MECAZLARININ PSİKOLOJİK YANSIMALARI

Klasik dönemde Kur'an-ı Kerim'de yer alan edebî sanatlar daha çok onun i'câzını açıklamak ve ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Ancak mecaz başta olmak üzere ilahî kelamdaki edebî kullanımların muhataplarını ruhen eğitici yönleri vardır. Mecaz kullanımında hedeflenen duygu aktarımı, zihinlerin harekete geçirilmesi ve ruh halini etkileme işlevi Kur'an-ı Kerim'de daha belirgin haldedir. Müfessirler, Kur'an-ı Kerim'in ruhları etkileyen eğitici yönünü ortaya çıkarmak için farklı yaklaşımlar sergilemişlerdir. (Kasapoğlu, 2024, 429).

Mecazın önemli unsurlarından biri olan istiare genellikle soyut anlamların zihinlerde kararlaşması ve anlaşılması için yapıldığından birçok âyette soyut anlamlar istiare yoluyla somut bir şekilde anlaşılıyormuş gibi kılınır. Kur'an- Kerim'deki mecazların bir kısmı soyut metafizik olguları duyularla idrak edilen fizikî olgular mesabesine indirerek gayb alanına dair net tasavvurlar oluşturur. Mecazlar içerdikleri alakalar vasıtasıyla muhataplarında etki bırakarak tutum ve davranış değişikliği meydana getirir. Farklı âyetlerde farklı konuların anlatımında yer alan mecazlar ruhu heyecanlandırma ve duyguları psikolojik olarak tesir altına almayı amaçlar (Arpa, 2012, s. 48).

2.1. Kur'an Mecazlarının Psikolojik Yansımalarını Gösteren Örnekler

Örnek 1: يَجْعَلُونَ اَصَابِعَهُمْ فِى اٰذَانِهِمْ مِنَ الصَّوَاعِقِ حَذَرَ الْمَوْتِۜ "*Yıldırımlar yüzünden ölümden korkarak parmaklarıyla kulaklarını tıkarlar"* (Bakara 2/19). Münafıkların durumunu anlatan âyetin bu cümlesi bütün-parça ilişkisiyle mürsel mecazdır. Zemahşerî, parmağın bir bütün olarak kulağa sokulamayacağını, parmak ifadesinin aslında parmak ucuna delâlet ettiğini, ancak seçilen bu kelimenin cümleye kattığı mübalağa anlamının yanında münafıkların içine düştükleri psikolojik durumu da yansıttığını söylemiştir. Korkudan kaçmak için bir bütün olarak şuursuzca kulağa sokulmak istenen parmaklar, korkunun şiddetini çok net olarak anlatmaktadır (ez-Zemahşerî, (1424), 1;327).

Bu ayette, eğitim öğretimde sesli ve görüntülü yayınlardan istifade edercesine mecazî tasvirden de istifade edilerek muhatapların zihinlerine, akıllarına ve ruhlarına etki eden anlatım tarzı kullanılmıştır. Münafıkların durumunu tasvir eden bu ayetteki metaforlardan ışık İslâm'ın nuru, karanlık imansızlık, yağmur Allah'ın rahmeti, gök gürültüsü ve şimşek inkârcıları tehdit eden inanç ve batıl düşünceler olarak açıklanmıştır. Bu mecaz ifadeler insan psikolojisinde adeta görsel bir film gibi İnsanın dünyada problemleriyle başa çıkmaya çalışırken ilâhî yardım ve

irşadı unutarak sadece beşerî güç ve imkânlarıyla yenmesindeki durumu temsil etmektedir. Kur'an'ın ve Sünnet'in rehberliğinden uzak kalın insan eldeki imkanlarıyla maddî problemlerini çözmede başarılı olsa da beşerî bilgilerin yeterli olmadığı ilişkiler, varlıklar, olaylar ve oluşlar alanında karanlıklar içinde kalır. Meçhuller arasında bocalar. Kulaklarını tıkar gibi ilahi bilgiye ve öğretiye karşı idrak kanallarını kapatıp görmezlikten gelir. Madde ötesini ve beşerî gücün çözümden âciz kaldığı problemleri unutmak için zevk ve safa âlemleri, iş, sanat, spor gibi şeylere başvurlar. Ancak bunların da fayda vermediğini sonunda idrak eder (Karaman vd. (2007), 1/83-84).

Örnek 2: الر كِتَابٌ أَنْزَلْنَاهُ إِلَيْكَ لِتُخْرِجَ النَّاسَ مِنَ الظُّلُمَاتِ إِلَى النُّورِ بِإِذْنِ رَبِّهِمْ إِلَى صِرَاطِ الْعَزِيزِ الْحَمِيدِ "Elif-lâm-râ. Bu, rablerinin izniyle insanları karanlıklardan aydınlığa, güçlü ve övgüye lâyık olan Allah'ın yoluna çıkarman için sana indirdiğimiz kitaptır." (İbrahîm, 14/1). Zemahşerî ve Râzî gibi müfessirler bu ayetteki الظُّلُمَاتِ/karanlıklar ve النُّورِ/aydınlık lafızlarının istiare yoluyla mecaz olduğunu söylemişlerdir. Allah Teâlâ cehalet, inkâr, bâtıl inanç gibi durumları zulumât /karanlıklar; bilgi, iman, hidayet gibi hasletleri de nûr /aydınlık olarak ifade etmiştir (er-Râzî, (1997), 7/57).

Bu âyette mecaz ifadeleri olan karanlıklar ve nur metaforlarının muhataplar üzerinde bıraktığı psikolojik etki ve onlarda oluşturduğu derin duyguları şu şekilde özetlemek mümkündür: Âyetteki *"İnsanları karanlıklardan aydınlığa çıkarmak"* ifadesinde, "Karanlıklar ve nur" ifadeleri, mecazen küfür ve imanı temsil eder. Çünkü küfür, kişiyi bir şaşkınlık ve tereddüt hâline sürükler; bu yönüyle karanlığa benzer. İman ise hakikate ulaştırır; yolu aydınlatması bakımından nura benzer. İnsan tabiatı gereği karanlıktan hem korkup hem uzak durmaya çalışırken aydınlıkta daha güvende olduğunu hisseder. Bu ayete muhatap olan insanın ruhunda ve manevî dünyasında bu benzetmeden, küfre dalmış kimsenin durumunun karanlıkta yolunu kaybetmiş bir kimsenin korkulu ve endişeli hâline; iman ile kalbini ve ruhunu aydınlatmış kimsenin ise karanlıktan aydınlık bir mekâna çıkarak kendini emniyet ve güven içine alan kimsenin hâline benzeterek kendi inanç durumunu değerlendirebilir (İbn Âşûr, (1984),13 ;182). Aynı şekilde iman, bireyin psikolojik ve zihinsel yönelimlerini de aydınlatır. Bu aydınlık sayesinde insan, Allah'a uzanan yolu açık ve berrak bir şekilde görür; bu yol, vehimlerin bulanıklığı ve hurafelerin sisleriyle, yahut nefsânî arzuların ve dünyevî ihtirasların karanlığıyla perdelenmez. Yolun net biçimde görülmesi, bireyin varoluşsal kararlılıkla hareket etmesine, tereddüt ve şaşkınlık yaşamadan istikamet üzere yürümesine imkân sağlar (Kutup, (1972), 5;2078).

Örnek 3: وَاعْتَصِمُوا بِحَبْلِ اللهِ جَمِيعًا وَلَا تَفَرَّقُواۚ وَاذْكُرُوا نِعْمَتَ اللهِ عَلَيْكُمْ اِذْ كُنْتُمْ اَعْدَاۤءً فَاَلَّفَ بَيْنَ قُلُوبِكُمْ فَاَصْبَحْتُمْ بِنِعْمَتِهٖٓ اِخْوَانًاۚ وَكُنْتُمْ عَلٰى شَفَا حُفْرَةٍ مِنَ النَّارِ فَاَنْقَذَكُمْ مِنْهَاۗ كَذٰلِكَ يُبَيِّنُ اللهُ لَكُمْ اٰيَاتِهٖ لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ *"Hep birlikte Allah'ın ipine*

sımsıkı yapışın; bölünüp parçalanmayın. Allah'ın size olan nimetini hatırlayın. Hani siz birbirinize düşman idiniz de Allah gönüllerinizi birleştirdi ve O'nun nimeti sayesinde kardeş oldunuz. Siz bir ateş çukurunun tam kenarında iken oradan da sizi Allah kurtarmıştı. İşte Allah size âyetlerini böyle açıklıyor ki doğru yolu bulasınız" (Âl-i İmran, 3/103).

Tefsirinde Kur'an-ı Kerim'in edebî i'câzını ele alan müfessirlerden Zemahşerî, bu âyetin tefsirinde edebî i'câz ve belagat açıdan farklı ihtimalleri dile getirmiştir. Bunlar içinde en kuvvetlisinin "sarılın/وَاعْتَصِمُوا" kelimesinin "sıkı sıkıya uygulamak ve yerine getirmek" anlamında, "Allah'ın ipi/بِحَبْلِ اللهِ" lafzının ise "söz vermek ve ahitte bulunmak" anlamında mecaz ve istiare olduğu yönündeki görüştür. Zemahşerî, âyetteki mecazın insanda düşündürdüğü etkiye temas ederken şunları söylemiştir: İnsan yüksek bir yere tırmanmak istediğinde elindeki malzemelerin ve tırmanma ipinin sağlam olması ve bağlandığı yerde sıkı sıkıya tutunmayı sağlaması gerektiği gibi dünyada iken hayat mücadelesi ve tırmanışında Allâh'a güvenin tam olması, onun emir ve buyruklarına sıkı sıkıya bağlı kalınması, ondan yardım istenmesi ve Allah'ın insanlardan almış olduğu iman ve itaat sözünden dönülmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu mecazî anlatım düz anlatıma nispetle insan psikolojisini daha sarsıcı bir halde etkilemektedir (Zemahşerî, (1424), 1;386).

Bu ayetteki retorik ve mecaz üslubu gerek fert gerekse tolum olarak müminler arasındaki kardeşlik ruhunu ayakta tutmalarını hatırlatmaktadır. Muhataplarına âyetin nüzul sebebini ve tarihsel olguyu hatırlatarak onun ruhunda kalıcı olumlu izler bırakmayı hedeflemektedir. Âyette birlik ve beraberliğin kalpte gerçekleştiğine vurgu yapılarak toplumsal bütünlüğün yüzeysel bir uzlaşıdan değil, iman merkezli derin bir dönüşümden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Ayetteki mecaz, temsilî istiare suretinde gelmiştir. *"ateş çukurunun kenarında bulunmak"* metaforu, Müslümanların İslam öncesi durumunu canlı bir sahne şeklinde tasvir ederek muhatapların ruhunda adeta cehennem ateşi tasvir edilmiş, duyularına arz edilmiştir. Bu metafor, hem manevi bir tehlikeyi hem de toplumsal parçalanmışlığın yol açabileceği felaketleri sembolize etmektedir. Müslümanların bu tehlikeden kurtuluşunun ancak iman ve amel ile Allah'ın buyruklarına sarılmakla mümkün olacağı bildirilmiştir. Bu bağlamda ayet, hem ilk Müslüman topluma hem de sonraki nesillere yönelik kalıcı bir öğüt niteliği taşımaktadır: Toplumsal birliğin gerçek temeli, Allah'ın ipine sarılmak ve iman kardeşliği etrafında birleşmektir (Kutup, (1972), 1;442-443).

SONUÇ

Bu çalışma, Kur'an-ı Kerim'deki mecazî ifadelerin insan psikolojisi üzerindeki etkilerini, psikolojik tefsir yaklaşımı bağlamında ele almış ve mecazın yalnızca bir dilsel sanat değil, aynı zamanda güçlü bir psikolojik yönlendirici olduğunu ortaya koymuştur. Kur'an-ı Kerim,

mesajlarını aktarırken başvurduğu mecaz, teşbih, istiare ve temsil gibi edebî sanatlar; soyut hakikatlerin somutlaştırılmasına, metafizik konuların zihinde canlandırılmasına ve duygusal etkileşimin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle mecaz, Kur'an'ın muhatapla kurduğu iletişimi derinleştirerek anlamın daha güçlü, daha etkileyici ve kalıcı biçimde yerleşmesine imkân vermektedir.

Çalışma, Kur'an-ı Kerim'deki mecaz ifadelerle insan psikolojisi arasında belirgin bir etkileşim bulunduğunu göstermektedir. İncelenen ayetlerde mecazın, muhatabı teşvik, teskin, uyarı, korkutma veya müjdeleme gibi duygusal tepkilere yönlendirdiği; böylece bireyin psikolojik dünyasında davranışa dönüşebilen izler bıraktığı görülmüştür. Özellikle vaad ve müjde tasvirlerinde kullanılan çekici ve huzur verici mecazlar, insanın olumlu duygularını harekete geçirirken; vaîd ve terhîb kıssalarında yer alan sert ve sarsıcı mecazlar ise bireyin dikkatini yoğunlaştıran, tedbir alma bilincini uyandıran güçlü bir psikolojik etki doğurmaktadır.

Klasik dönem müfessirlerin mecazı çoğunlukla belagat ilmi çerçevesinde ele aldığı; modern dönemde ise psikolojik tefsir yaklaşımıyla mecazın duygu ve davranışlar üzerindeki etkilerinin daha sistemli biçimde incelendiği görülmüştür. Bu durum, Kur'an'ın edebî üslubunun çağdaş disiplinlerle birlikte yeniden yorumlanmasının anlamı derinleştiren bir katkı sağladığını göstermektedir.

Sonuç olarak, Kur'an'daki mecazlar hem anlamı zenginleştiren bir belagat unsuru hem de bireyin duygu dünyasını etkileyen bir psikolojik araç olarak değerlendirilebilir. Bu bulgu, Kur'an'ın kullandığı dil ve üslubun çok katmanlı yapısını ortaya koyduğu gibi psikolojik tefsir çalışmalarının önemine de işaret etmektedir. Gelecek araştırmaların, mecazın türleri ile psikolojik etkileri arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı incelemesi ve farklı tefsir ekollerinin mecazı nasıl yorumladığına dair mukayeseli çalışmalar yürütmesi, bu alana önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Arpa, A. (2012). Zâhirîlik Ve Mecâz:İbn Hazm Örneği. *Sakarya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 14(25), 43-67. https://doi.org/10.17335/suifd.80771

Arpa, A. (2010) "Kur'ân'da Mecaz Tartışmaları ve İbn Teymiyye (728/1327)'nin Meseleye Yaklaşımı". *Akademik Araştırmalar Dergisi,* sayı/44. 181-202.

el-Hûlî, E. (1961). *Menâhicu't-Tecdîd fi'n-Nahvi ve'l-Belâğa ve't-Tefsîr ve'l-Edeb*. Beyrut: Dâru'l-Ma'rife.

Gündüzöz, S. (2013), "Klasik ve Modern Arap Literatürü Açısından İslam Düşüncesinde Hakikat ve Mecaz Tartışmaları", *İslami İlimler Dergisi* 8/1. 31-46.

İbn Âşûr, M. T. (1984). *et-Tahrîr ve't-tenvîr.* Tunus: ed-Dâru't-Tûnisiyye.

Karaman, H. Çagırıcı, M. Dönmedz, İ. Gümüş, S. (2007). *Kur'an Yolu Türkçe Meâl ve Tefsiri.* Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.

Kasapoğlu, A. (2011). "Kur'an'ın Psikolojik Tefsiri". *İnönü Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi,* 2 (1). 1-47.

Kasapoğlu, A. (2024) *Psikolojik Tefsir Kuram ve Uygulama Xll*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayınları.

Kasapoğlu, A. (2024). *Psikolojik Tefsir Kuram ve Uygulama l.* Ankara: Gece Kitaplığı Yayınları.
Köklüdağ, M. (2021), *Arap Dilinde Gerçekliğin Farklı Tezahür Biçimi Olarak Mecaz Fenomeni.* Ankara. İlahiyat Yayınları.
Kutub S. (1972). *fî Zilâli'l-Kur'ân.* Beyrut: Dâruş-Şurûk.
Râzî, F. (1997). *Mefâtîhu'l-gayb.* Beyrut: Dâru İhyâi't-Turâsi'l-Arabî.
Sülün, M.(2017). *41 Temsil İle Kur'an Gerçeği: Kur'an-ı Kerim'e Giriş.* İstanbul: Çamlıca Yayınları.
Türkmen, S. (2000). *Ebû `Ubeyde Hayatı ve Eseri "Mecâzu'l-Kur'ân"ın Dil Özellikleri*. (Doktora Tezi), Konya: Selçuk Üniversitesi,
Yerinde A. (2003). "*Mecâzü'l-Ḳur`ân" TürkiyeDiyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi. Ankara:* TDV Yayınları.
Zemahşerî, M. Ö. (1424). *el-Keşşâf an Hakâik-i Gavâmidi't-Tenzîli*. Beyrut: Dâru'l-Kutubi'İlmiyye.

İBN MISKEVEYH'IN (Ö. 421/1030) *EL-HİKMETÜ'L-HÂLİDE* ADLI ESERİNDE KULLANDIĞI HADİSLERİN "HİKMET" KAVRAMIYLA İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Garip AYDIN
University Faculty of Islamic Sciences, Department of Basic Islamic Sciences, Hadith
Bahçesaray Mahallesi Necmettin Erbakan Bulvarı, Aksaray Ünv. Kampüs Yolu, 68100 Aksaray
ORCID ID: 0000-0003-4697-6327

ÖZET

Ebû Ali Ahmed b. Muhammed b. Yakub b. Miskeveyh (ö. 421/1030) genel felsefe içerisinde Aristo ve Platon'u, İslam felsefesi içerisinde Meşşailiği benimsemiş ancak kendi özgün anlayışına da ortaya koyabilmiş önemli İslam ahlak âlimlerinden birisidir. Özellikle ahlak ve ilim nazariyelerinde Farâbi'den ayrılmıştır. Ayrıca Eflatun ve Aristo'nun fikirlerini İslam'la uzlaştırma gayreti içine girmiştir. İbn Miskeveyh Tehzibu'l-Ahlak ve diğer eserlerinde hikmet kavramı üzerinde durmuş ve onu tarifini yapmıştır. Hikmetle ilgili yazmış olduğu *el-Hikmetü'l-Halide* adlı eserinde ise hikmetin sadece Müslümanlara has olmadığını beyan için farklı milletlerin hikmetlerine değinmiştir. Orada Farslıların, Hintlilerin, Rumlar'ın hikmetlerinden bahsetmiş ancak Arapların hikmetine daha geniş bir ayırmıştır. Mezkûr eserde hikmet içerdiğine inandığı hadisleri de zikretmiştir. Bu çalışmada öncelikle İbn Miskeveyh'in hayatı incelenecek daha sonra onun genel felsefedeki yeri ardından İslam felsefesindeki konumu tespit edilecektir. Daha sonra onun ahlak anlayışı, hikmet kavramına getiridiği tanım araştırılacaktır. Ardından el-Hikmetü'l-Halide adlı eserinde hikmet kavramına nasıl bir çerçeve çizdiği tasvir edildikten sonra orada kullandığı hadislerin analizine girilecektir. Bu bağlamda İbn Miskeveyh'in el-Hikmetü'l-Halide adlı eserinde zikrettiği hadislerin diğer eserlerinde tarif edilen hikmetle ilişkileri tahlil edilecektir. Ayrıca hadislerin sıhhati üzerinde değerlendirmeler yapılacak, bunların sahih yahut zayıf olup olmadıkları temel hadis kaynaklarından araştırılacaktır. Ayrıca hadis şarihleriyle İbn Miskeveyh'in mezkûr hadisleri anlama yöntemleri karşılaştırılacaktır.

Anahtar kelimeler: Hadis, Hikmet, İbn Miskeveyh, el-Hikmetü'l-Hâlide

THE RELATIONSHIP OF THE HADITHS USED BY IBN MISKEVEYH (D. 421/1030) IN HIS WORK CALLED AL-HIKMATUL-KHALIDA WITH THE CONCEPT OF "WISDOM"

SUMMARY

Abu Ali Ahmed ibn Muhammad ibn Yaqub ibn Miskeveyh (d. 421/1030) is one of the important Islamic moral scholars who adopted Aristotle and Plato within general philosophy and Peripatetic philosophy within Islamic philosophy, but was also able to present his own original understanding. He differed from Farabi especially in moral and scientific theories. He also made an effort to reconcile the ideas of Plato and Aristotle with Islam. Ibn Miskawayh emphasized the concept of wisdom and defined it in his Tahzib al-Akhlak and other works. In his work on wisdom, titled al-Hikmetü'l-Khalide, he touched upon the wisdom of different nations to declare that wisdom is not exclusive to Muslims. There he talked about the wisdom of the Persians, Indians and Greeks, but he devoted more extensive attention to the wisdom of the Arabs. In the aforementioned work, he also mentioned the hadiths that he believed contained wisdom. In this study, firstly the life of Ibn Miskawayh will be examined and then his place in general philosophy and then his position in Islamic philosophy will be determined.

Later, his understanding of morality and his definition of the concept of wisdom will be investigated. Afterwards, the framework he drew for the concept of wisdom in his work, al-Hikmatu'l-Khalide, will be described and the hadiths he used there will be analyzed. In this context, the relations between the hadiths mentioned by Ibn Miskawayh in his work al-Hikmatul-Khalida and the wisdom described in his other works will be analyzed. In addition, the authenticity of the hadiths will be evaluated, and whether they are authentic or weak will be investigated from the main hadith sources. In addition, the methods of understanding the aforementioned hadiths by the hadith commentators and Ibn Miskawayh will be compared.

Key Words: Hadith, Wisdom, Ibn Miskawayh, al-Hikmatul-Khalide

FUTBOLDA STATİK VE DİNAMİK GERME EGZERSİZLERİNİN ETKİLERİ

Şefika Çağlayan ARAS
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
ORCID: 0009-0002-3614-2556
Sezgin KORKMAZ
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-2001-2741

ÖZET

Esneklik egzersizleri, sporcularda performansın desteklenmesi ve yaralanma riskinin azaltılması amacıyla antrenman sürecinin ısınma ve soğuma aşamalarında yaygın olarak kullanılan temel uygulamalardan biridir. Isınma periyodunda gerçekleştirilen esnetme hareketlerinin fizyolojik hazırlığı artırarak sportif performansı olumlu yönde etkilediği, soğuma evresinde ise egzersiz sonrası toparlanma süreçlerini hızlandırdığı bilinmektedir. Futbol, yüksek tempo, yön değiştirme, sprint ve patlayıcı kuvvet gibi biyomotor özelliklere dayalı bir spor dalı olduğundan, bu branşa özgü esneklik uygulamalarının içerikleri önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, statik germeler özellikle kas-tendon yapılarını yaralanmalara karşı korumada öne çıkarken; dinamik germe egzersizleri, hareketin fonksiyonel özellikleri ile uyumlu olup sürat ve patlayıcı güç gerektiren performans bileşenlerini desteklemektedir. Literatürdeki bilimsel bulgular, dinamik germenin futbolcuların sprint, sıçrama ve çeviklik performanslarına olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Bu çalışmada, statik ve dinamik germe egzersizlerinin futbolcular üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla kapsamlı bir alan yazın taraması gerçekleştirilmiştir. Spor bilimleri alanındaki akademik kaynaklar, dergiler ve elektronik veri tabanları incelenerek konuyla ilişkili bilimsel bulgular derlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, esneklik uygulamalarının futbol performansının korunması ve geliştirilmesi açısından önemli olduğu, sakatlık riskinin azaltılması ve sporcu motivasyonunun desteklenmesinde etkili bir rol oynadığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda, futbol antrenmanlarında performans gerekliliklerine uygun biçimde statik ve dinamik germe yöntemlerinin planlanması ve amaca yönelik olarak uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Futbol, performans, dinamik germe, statik germe

EFFECTS OF STATIC AND DYNAMIC STRETCHING EXERCISES IN FOOTBALL

ABSTRACT

Flexibility exercises are one of the basic practices widely used in the warm-up and cool-down phases of the training process to support performance and reduce the risk of injury in athletes. It is known that stretching exercises performed during the warm-up period positively affect athletic performance by increasing physiological readiness, and accelerate post-exercise recovery processes during the cool-down phase. Since football is a sport based on biomotor characteristics such as high tempo, change of direction, sprinting and explosive strength, the contents of flexibility practices specific to this branch gain importance. In this context, while static stretching is particularly prominent in protecting muscle-tendon structures against injuries, dynamic stretching exercises are compatible with the functional characteristics of the movement and support performance components that require speed and explosive power. Scientific findings in the literature show that dynamic stretching contributes positively to the sprint, jumping and agility performances of football players. In this study, a comprehensive literature review was conducted to evaluate the effects of static and dynamic stretching exercises on football players. Scientific findings related to the subject were compiled by examining academic resources, journals and electronic databases in the field of sports sciences. As a result of the evaluations, it was determined that flexibility practices are important for maintaining and improving football performance, and play an effective role in reducing the risk of injury and supporting athlete motivation. In this regard, it is recommended that static and dynamic stretching methods be planned and implemented in accordance with performance requirements in football training.

Keywords: Soccer, performance, static stretching, dynamic stretching

BİREYSEL VE TAKIM SPORLARINDA FAİR PLAY UNSURU

Tolga AYGÜN
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0009-0000-5548-0767
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-4968-586X
Arş. Gör. Mete Berk DEMİRYOL
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-6149-3529

ÖZET

Bu çalışma, bireysel ve takım sporlarında fair play kavramının önemini ele almakta ve spor etiği çerçevesinde fair play'in sporcuların kişisel gelişimi ile toplumsal sorumluluk bilincine katkılarını irdelemektedir. Spor yalnızca fiziksel performansı ölçen bir alan değil, aynı zamanda bireylerin ahlaki değerlerini, dürüstlük, saygı ve adalet gibi ilkeleri içselleştirdikleri bir eğitim ortamıdır. Bu bağlamda fair play, hem sporun temelinde bulunan kurallara uyumu hem de rakibe, hakeme ve oyunun doğasına duyulan saygıyı kapsamaktadır. Literatür incelendiğinde, fair play kavramının farklı spor dallarında farklı biçimlerde ortaya çıktığı; bireysel sporlarda daha çok sporcu özerkliği, özdisiplin ve kendine saygı üzerinden değerlendirildiği, takım sporlarında ise dayanışma, iş birliği ve takım ruhu çerçevesinde ele alındığı görülmektedir. Bireysel ve Takım Sporlarında Fair Play: Etik Yaklaşımlar ve Uygulamalar ile ilişki olan bu derlemenin amacı, fair play'in teorik temellerini açıklamak, uygulamalı örnekleri sunmak ve eğitimsel/kurumsal bağlamlarda geliştirilmesine yönelik öneriler ortaya koymaktır. Çalışma sonucunda; fair play'in bireylerin karakter gelişiminde ve spor ortamlarının sağlıklı sürdürülebilirliğinde kritik bir unsur olduğu, ayrıca sistematik eğitim programlarıyla desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, sporun evrensel dili olan fair play'in yalnızca bireysel spor ve takım sporlarının uygulama sahasında değil, hayatın her alanında yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fair Play, Etik Uygulamalar, Bireysel Sporları, Takım Sporları

ABSTRACT

This study examines the importance of the concept of fair play in individual and team sports and explores the contributions of fair play to athletes' personal development and social responsibility awareness within the framework of sports ethics. Sport is not only an area that measures physical performance, but also an educational environment where individuals internalize moral values and principles such as honesty, respect, and justice. In this context, fair play encompasses both compliance with the rules underlying sport and respect for the opponent,

the referee, and the nature of the game. A review of the literature reveals that the concept of fair play manifests itself in different ways in different sports; in individual sports, it is evaluated more in terms of athlete autonomy, self-discipline, and self-respect, while in team sports, it is addressed in the context of solidarity, cooperation, and team spirit. The purpose of this compilation, which is related to Fair Play in Individual and Team Sports: Ethical Approaches and Applications, is to explain the theoretical foundations of fair play, present practical examples, and put forward recommendations for its development in educational/institutional contexts. The study concludes that fair play is a critical element in the character development of individuals and the healthy sustainability of sports environments, and that it must be supported by systematic education programs. Consequently, it is recommended that fair play, the universal language of sports, be promoted not only in the practice of individual and team sports but also in all areas of life.

Keywords: Fair Play, Ethical Practices, Individual Sports, Team Sports

GİRİŞ

Spor, tarih boyunca bireyler ve toplumlar için yalnızca fiziksel gelişim ve rekabet alanı değil, aynı zamanda sosyal değerlerin ve etik ilkelerin öğrenildiği bir kültürel faaliyet olmuştur. Sporcu, antrenör, hakem ve taraftar arasındaki ilişkilerin sağlıklı biçimde sürdürülebilmesi için temel alınması gereken en önemli değerlerden biri fair playdir. Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC) ve UNESCO gibi kuruluşlar fair play'i sporun evrensel etik ilkesi olarak tanımlamış, dürüstlük, adalet, saygı, sorumluluk ve dostluk değerlerini kapsayan bir yaklaşım geliştirmiştir (Navarro Domínguez vd., 2021). Fair play, bireysel sporlarda daha çok sporcu özerkliği, kişisel disiplin ve rakibe karşı duyulan saygıyla ilişkilendirilirken; takım sporlarında iletişim, liderlik, iş birliği ve ortak hedef doğrultusunda etik bir rekabetin sürdürülmesi ile öne çıkmaktadır. Örneğin, bireysel bir sporcunun hakeme itiraz etmeden kararı kabullenmesi fair play'in bir yansımasıdır. Takım sporlarında ise oyuncuların rakip takımın sakatlanan sporcusuna yardım etmesi veya haksız avantaj elde etmeyi reddetmesi fair play davranışına örnek teşkil etmektedir. Literatürde yapılan araştırmalar, fair play'in yalnızca saha içinde değil, aynı zamanda bireylerin kişisel gelişimlerinde de önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir. Özellikle okul temelli eğitim programları aracılığıyla genç sporcularda fair play bilincinin geliştirilebildiği ortaya konmuştur (Serrano-Durá vd., 2020; Ludwiczak & Bronikowska, 2022). Bu tür eğitimsel müdahaleler, öğrencilerin yalnızca sportif başarılarını değil, aynı zamanda toplumsal sorumluluk bilinci ve sosyal uyumlarını da desteklemektedir. Dolayısıyla, bu derlemenin amacı; fair play'in bireysel ve takım sporlarındaki yeri ve önemini açıklamak, farklı spor dallarından örnekler vererek etik davranış biçimlerini incelemek ve bu bağlamda sporcular,

antrenörler ve kurumlar için öneriler geliştirmektir. Çalışma bir derleme araştırması niteliğindedir ve mevcut literatürün analiz edilmesine dayanmaktadır.

Fair Play'in Tarihçesi

Sporun içerisinde sıklıkla karşılaştığımız fair play kavramı, adil ve dürüst oyun anlayışını temsil etmektedir. Bu kavramın uygulanması modern dönemden de öte bir zamandan önceye dayanmaktadır. Antik dönemde en çok adil ve dürüstlüğü içeren olimpiyatlarda fair play kavramının ilk adımları görülmektedir(Price ve ark., 2024). Oyunlarda Erdem ve ahlaki gelişim örneklerinin üst düzeyde olması gerektiği, sporcuların hem fiziksel olarak hem de ahlaki yönden üstün bireyler olması ve oyunlardaki diğer sporcuların birbirleri ile arasındaki saygının çok önemli olduğu belirtilmektedir. Bu dönemde yaşanan hile, Kural ihlali gibi etik dışı davranışlar Zanes adı verilen heykellerle pekiştirilerek katı bir sistemle engellenmeye çalışılmıştır(Tekin ve Tekin G, 2014). Modern olimpiyatların oluşumunda da önemli etkisi olan fair play kavramı 14.yüzyıla dayanmaktadır. O dönemlerde bu kavram çeşitli hukuki veya toplumsal bağlamlarlarda yer aldığı bilinmektedir. 17. Yüzyılda ise adil oyun, adil davranış anlamında yer aldığı görülmüştür. Ancak bu kavramın özellikle spor alanına entegre edilmesi 18-19. Yüzyıllarında özellikle İngiltere'de, sosyo-kültürel değişimler, amatörlük anlayışı, okulların spor ve karakter eğitimi konusunda eğitim vermeye başladığı yani sporun eğitim anlamında benimsenmeye başladığı dönemde yer aldığı bilinmektedir(Stoll, 2014). Dolayısıyla fair play kavramının bir sportif davranış kavramı değilde bir kültür veya bir etik ideal olarak şekillendiği, bu etik idealin yalnızca kurallara uymak değil aynı zamanda kurallara saygı, dürüstlük ve centilmenlik ile bağlanılması gerektiği ifade edilmiştir(Uzun ve ark., 2021). Günümüze kadar çeşitli politikalar ve sportif eğitimlele geliştirilen ve örnek olaylarla desteklenen fair play, zamanla bireylerin ve toplulukların değerlerini koruyan, sporu sadece fiziksel mücadele değilde ahlaki ve insani olarak gelişim aracı olarak gören bir anlayış haline gelmiştir. Aynı zamanda günümüz araştırmaları sonucunda fair playın sonuç odaklı olmadığı, saygı, sevgi, hoşgörü, eşitlik, adalet, dürüstlük gibi belirli kavramlara dayanan ve rekabete güçlü bir dayanak sağlamaktadır.

BULGULAR

Bireysel Sporlarda Fair Play

Çeşitli eğitim programları içerisinde geliştirilmeye ve tüm sportif alanlarda kullanılan fair play, yüzme, atletizm, atıcılık, okçuluk, güreş, taekwondo gibi bireysel sportif branşlarda, sporcular branşlarının gerektirdiği davranış, disiplin, Kural ve etik değerlere bireysel anlamda bağlı olması gerekmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda özel olarak bu konuyla ilgili çalışmalar sınırlı olmasına ragmen, fair play kavramının doğru bir şekilde uygulanabilmesi için sporcunun

dürüst, saygı ve centilmen davranışlar sergileyerek branşında önde gelmesi gerekmektedir(Ludwiczak & Bronikowska, 2022). Örneğin taekwondo, güreş, Mua-Tai gibi bireysel mücadele içeren spor branşlarında sporcu yalnızca rakiplerine karşı değil aynı zamanda kendi benliğiyle de dürüst olmak zorunda hissetmelidir. Bu hissiyat, sahada olduğu kadar antrenman, maç öncesi, hazırlık dönemi, seyirci ve medya gibi tüm süreçleri kapsamalıdır. Bireysel sporlarda fair play, yarışma içerisinde galibiyet kazanma arzusu veya isteğinden öte, insani erdemleri koruma, onurlu ve dürüstlüğü öncelikli hale getirme anlayışıdır. Bu sayede sporcunun kişisel gelişimi ve etik davranışları ön planda olmaktadır.

Takım Sporlarında Fair Play

Adil oyun anlayışıyla karşımıza çıkan fair play kavramı, futbol, basketbol, hentbol gibi takım sporlarında farklı biçimlerde incelenmesi mümkündür. Sporcu bireysel sporlarda olduğunun aksine hem kendisine, hem de takım arkadaşlarına, rakiplerine, hakemlere ve bazende kendi takımı yada diğer takımın taraftarlarına karşı sorumlu davranması gerekmektedir(Serrano-Durá vd., 2020). Literatürde fair play'in sadece oyunculara değil, kulüp yöneticilerine, antrenörlere, hakemlere, medya ve seyirciler gibi takım sporlarında bulunan tüm paydaşlara yayıldığı belirtilmiştir. Özellikle doping, haksız rekabet, saha dışı şiddet, kurallara aykırı taraftar davranışları gibi etik dışı uygulamaların takım sporlarında fair play anlayışıyla çeliştiği bilinmektedir(Bohdan & Kowalik, 2022). Çeşitli analiz çalışmalarında fair play konusunun takım sporlarında, sosyolojik, etik ve toplumsal davranış çalışmalarıyla sıkça birlikte ele alınmaktadır. 1916-2022 yılları arasında yaklaşık 700 makalenin incelendiği bir çalışmada, bu konularla ilgili yayın sayısının son yıllarda arttığı ve takım sporlarında öne çıkan başlıklar arasında yer aldığı ifade edilmiştir(Genç, Şen ve Turunç., 2023). Aynı zamanda fair play kavramının bireysel sporcu erdeminin yanı sıra takımın, kulübün ve toplumun spora nasıl yaklaşım göstermesi gerektiği ve bu gerekliliğin kollektif bir değer taşıdığı anlaşılmaktadır.

Yapılan incelemelerde modern dönemde yapılan spor branşlarında bazı eğilimlerin fair play idealine ters düştüğü ifade edilmiş ve sporda etik kriz olarak tanımlaması yapılmıştır. Bu krizin sportif branşlarda uluslararası rekabet ve doping uygulamaları, medya baskısı ve ticari kazanç sağlamaya çalışmak gibi bir dizi faktörler sonucunda sporun sadece başarı odaklı ve bu başarı için her yolun açılması düşüncesi fair play ruhunu zayıflatmaktadır(Yıldıran, 2004). Bu faktörlerden dolayı hem bireysel sporlarda hem de takım sporlarında, etik kural ve ilkelere uyumunun göz ardı edilmesiyle spor dünyasına ve dünya kamuoyununa kötü örnekler oluşturulmaktadır. Özellikle amatör veya genç sporcularda; sonuç odaklı çalışmalar, sadece kazanma hırsının oluşması ve amatör ruhun kaybolması nedeniyle fair play ilkelerinin benimsenmesi mümkün olmamakla birlikte bu konunun çözümü için çeşitli eğitim

programlarında bu konu üzerinde çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir (Navarro Domínguez vd., 2021).

SONUÇ

Çalışmadan elde edilen bulgular, fair play'in hem birey hem toplum açısından sporda vazgeçilmez bir değer olduğunu göstermektedir. Fair play'in karakter gelişimine katkı sağladığı, rekabet ortamlarını daha sağlıklı hale getirdiği ve sporun evrensel bir barış dili olarak işlev gördüğü anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, Fair Play sadece bireyin ya da takımın değil; sporu çevreleyen tüm ekosistemin sporcular, antrenörler, hakemler, yöneticiler, medya, seyirciler ortak etik sorumluluğudur. Fair play'in yalnızca sportif etkinliklerde değil, bireylerin günlük yaşam pratiklerinde de yaygınlaştırılması önerilmektedir. Bu çerçevede, akademik çalışmaların artması, Fair Play kültürünün sadece sportif başarıyla değil; ahlaki değerlerle de anılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, eğitim kurumlarından amatör kulüplere, uluslararası organizasyonlardan yerel liglere kadar Fair Play anlayışının sistematik biçimde teşvik edilmesi; sporun yalnızca fiziksel değil, etik ve kültürel bir eğitim aracı olarak da kullanılmasını mümkün kılar. Eğitim kurumları, spor federasyonları ve antrenörler bu sürecin en önemli aktörleri olarak görülmeli ve sistematik programlarla desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

Bohdan, T., & Kowalik, K. (2022). Discomforts of fair play principle in contemporary sport. *Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe*, *5*(1).

Genç, N., Şen, H., & Turunç, S. (2023). Beden eğitimi ve sporda fair play çalışmalarının incelenmesi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *7*(2), 278-291.

Ludwiczak, M., & Bronikowska, M. (2022). Fair play behaviors in young athletes: The impact of educational programs. Journal of Physical Education and Sport, 22(3), 455–463.

Navarro Domínguez, B., López-González, L., & Álvarez, J. (2021). Teaching values through sport: Fair play and educational models. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(15), 7821.

Price, J., Kilvington, D., & Descamps, Y. (2024). Sport, discrimination and the Olympic and Paralympic Games. *The International Journal of Sport and Society*, *15*(3), 971

Serrano-Durá, J., Sicilia-Camacho, A., & Fernández-Bustos, J. (2020). The promotion of fair play in team sports: A systematic review. European Physical Education Review, 26(2), 321–338.

Stoll, S. (2014). Fair play. In Encyclopedia of sport and exercise psychology (Vol. 2, pp. 284-285). SAGE Publications, Inc., https://doi.org/10.4135/9781483332222.n122

Tekin, A., & Tekin, G. (2014). Antik Yunan Dönemi: Spor Ve Antik Olimpiyat Oyunları. *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, 121-140.

Uzun, R. N., Karakuş, K., Barut, Y., & Çebi, M. (2021). Moral Values In Sports: Faır Play. *Journal of ROL Sport Sciences*, *2*(2), 93–102. https://doi.org/10.29228/roljournal.51395

Yıldıran, İ. (2004). Fair Play: Concept, view in turkey and improving perspectives. *Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences*, *9*(4), 3-16.

KITALARIN OLIMPIYATLARDA FAIR PLAY VE CINSIYET EŞITLIĞINE BAKIŞ AÇISI: AVRUPA–ASYA KARŞILAŞTIRMASI

Emre YAVUZ
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-00001-9524-7003
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-4968-586X
Arş. Gör. Mete Berk DEMİRYOL
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-6149-3529

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, olimpiyatlarda Avrupa ve Asya kıtalarının fair play uygulamalarına ve cinsiyet eşitliği politikalarına yönelik yaklaşımlarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Olimpik hareketin temel değerleri arasında yer alan fair play ve toplumsal cinsiyet eşitliği, yalnızca sporcu davranışlarını değil, aynı zamanda ülkelerin spor yönetim politikalarını ve kültürel yapısını da şekillendirmektedir. Avrupa'da etik kurulların kurumsal yapısı, eğitim programlarının yaygınlığı ve insan hakları temelli politikalar daha bütüncül bir yaklaşım sunarken; Asya'da geleneksel normlar, ataerkil değerler ve federasyonlar arasındaki heterojenlik uygulamada önemli farklılıklar yaratmaktadır. Bu çalışma, IOC'nin 2018–2024 dönemi raporları, Avrupa Birliği spor strateji belgeleri ve Asya Olimpiyat Konseyi'nin yayınları doğrultusunda yapılan tematik bir analiz ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre Avrupa'da kadın sporcu katılım oranları daha dengeli bir dağılım gösterirken, Asya'da ülke bazında belirgin değişkenlik gözlenmektedir. Fair play uygulamaları ve olimpik değerlerin kültürel yansımaları da iki kıta arasında farklılık göstermektedir. Sonuç olarak Avrupa daha kurumsallaşmış ve eşitlik odaklı bir yapı sunarken, Asya'da gelişim alanlarının daha geniş olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fair Play, Cinsiyet Eşitliği, Olimpiyatlar, Sporda Eşitlik

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the approaches of the European and Asian continents to fair play practices and gender equality policies in the Olympics in a comparative manner. Fair play and gender equality, which are among the fundamental values of the Olympic movement, shape not only athlete behavior but also countries' sports management policies and cultural structures. While the institutional structure of ethics committees, the prevalence of education programs, and human rights-based policies in Europe offer a more holistic approach, traditional norms, patriarchal values, and heterogeneity among federations in Asia create

significant differences in practice. This study presents a thematic analysis based on the IOC's 2018–2024 reports, European Union sports strategy documents, and publications by the Olympic Council of Asia. According to the analysis results, while female athlete participation rates show a more balanced distribution in Europe, significant variability is observed on a country-by-country basis in Asia. Fair play practices and the cultural reflections of Olympic values also differ between the two continents. As a result, Europe offers a more institutionalized and equality-focused structure, while Asia has broader areas for development.

Keywords: Fair Play, Gender Equality, Olympics, Equality in Sports

GİRİŞ

Olimpik hareket, yalnızca sportif başarıyı değil, küresel ölçekte etik, kültürel ve insani değerlerin yaygınlaştırılmasını amaçlamaktadır (Chappelet, 2021). Bu bağlamda fair play ve toplumsal cinsiyet eşitliği, modern spor yönetiminde temel ilkeler hâline gelmiştir. Fair play; dürüstlük, adalet, kurallara saygı, dayanışma ve rakibe karşı saygı gibi evrensel etik normları kapsamaktadır (Sunay, 2016). Bu ilkeler hem spor kültürünü güçlendirmekte hem de toplumsal alanlara yönelik model oluşturmaktadır.

Toplumsal cinsiyet eşitliği ise kadınların sporun tüm alanlarında eşit temsil edilmesini, fırsat eşitsizliklerinin ortadan kaldırılmasını ve yapısal engellerin azaltılmasını hedeflemektedir (Pfister, 2022). IOC, 2000'li yıllardan itibaren yürüttüğü reformlarla kadın sporcu katılım oranlarını artırmış, ancak kıtalar arasında belirgin farkların devam ettiği raporlanmıştır (IOC, 2024).

Avrupa kıtası, spor politikalarının kurumsallaşması ve etik denetim mekanizmalarının gelişmişliği açısından öncü bir yapı sunmaktadır (European Commission, 2020). Fair play eğitimlerinin okul öncesi dönemden profesyonel spor seviyesine kadar yaygınlaştırılması Avrupa'nın en önemli avantajları arasında yer almaktadır.

Asya kıtası ise kültürel, politik ve ekonomik açıdan oldukça heterojen bir yapıya sahiptir. Japonya, Güney Kore ve Çin gibi ülkeler modern spor politikalarında yüksek standartlara sahipken; Orta Asya ve Orta Doğu'daki birçok ülkede ataerkil yapılar ve geleneksel normlar kadın sporcu katılımını ve fair play uygulamalarını sınırlayabilmektedir (Zeng & Luo, 2020).

Bu çalışma, Avrupa ve Asya'nın fair play ve cinsiyet eşitliğine yönelik yaklaşımlarını karşılaştırmalı olarak inceleyerek literatüre sistematik bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Araştırma, uluslararası spor örgütlerinin raporları, strateji belgeleri ve akademik yayınlar incelenerek oluşturulmuş **karşılaştırmalı tematik analiz** yöntemine dayanmaktadır. İncelenen temel belgeler:

- IOC Gender Equality Reports (2018–2024),
- Avrupa Komisyonu spor politikaları ve cinsiyet eşitliği raporları,
- Asya Olimpiyat Konseyi (OCA) kadın sporcu katılımı ve fair play framework raporları,
- Fair play ve spor etiği üzerine akademik yayınlar,
- Türkiye'de spor sosyolojisi, spor etiği ve toplumsal cinsiyet alanındaki çalışmalar.

Bu belgeler;
(1) cinsiyet eşitliği politikaları,
(2)kadınsporcu katılım oranları,
(3) fair play eğitim yapıları ve uygulamaları,
(4) kültürel farklılıkların etkileri,
(5) spor yönetimi ve etik kurumsallaşma
başlıkları altında değerlendirilmiştir.

BULGULAR

1. Cinsiyet Eşitliği Politikalarının Kıtalar Arası Karşılaştırılması

Analizler, Avrupa kıtasında cinsiyet eşitliği konusunda bütüncül stratejiler uygulandığını göstermektedir. Avrupa Birliği'nin 2014 ve 2020 yıllarında yayımladığı "Gender Equality in Sport" stratejik belgeleri, üye ülkelerin kadın sporcular için eşit fırsatlar sağlamasını zorunlu kılan yasal düzenlemelere sahiptir (European Commission, 2020). Bu politikaların sonucu olarak, Avrupa ülkeleri olimpiyatlarda kadın sporcu oranını %48–50 seviyesine getirmiştir (IOC, 2024).

Asya kıtasında ise durum daha heterojendir. Japonya, Çin ve Güney Kore gibi ülkeler olimpik düzeyde güçlü kadın sporcu temsiline sahipken; Güney Asya ve Orta Doğu'daki bazı ülkelerde ataerkil normlar, izin süreçleri, kültürel baskılar ve fiziksel erişim sorunları kadın katılımını sınırlandırmaktadır (Zeng & Luo, 2020). Çalışmanın tematik analizinde bu eşitsiz dağılımın politik karar alma mekanizmalarının farklılığından kaynaklandığı görülmüştür.

2. Fair Play Uygulamalarının Yapısal ve Kültürel Analizi

Avrupa'da fair play kavramı yalnızca sportif davranış olarak değil, aynı zamanda spor politikalarının etik temelini oluşturan bir yönetim ilkesi olarak değerlendirilmektedir (Donnelly & Petherick, 2020). Eğitim programlarının sistematik işleyişi, hakem eğitimi, çocuk sporlarında etik kodların zorunlu tutulması ve denetim mekanizmalarının gelişmişliği Avrupa'yı bu alanda daha ileri bir konuma taşımaktadır.

Asya'da ise fair play uygulamaları ülkeden ülkeye değişmektedir:

- Japonya ve Güney Kore'de fair play, disiplin ve ahlaki eğitimle bütünleşmiş durumdadır.
- Orta Asya ülkelerinde kaynak kısıtları ve eğitim yetersizliği fair play programlarını sınırlamaktadır.
- Orta Doğu'da kültürel rekabet algısı, fair play davranışlarını zaman zaman gölgede bırakmaktadır.

Bu sonuçlar, kıtanın homojen olmayan sosyokültürel yapısını doğrulamaktadır.

3. Kadın Sporcu Katılım Oranlarının Ayrıntılı Karşılaştırması

IOC ve OCA raporlarının incelenmesi sonucu belirlenen yeni bulgular şöyledir:

- **Avrupa:**
  Kadın sporcu katılım oranı neredeyse tam eşitlik düzeyine ulaşmış (%49.3). Birçok ülkede federasyon yönetimlerinde kadın oranı %30'un üzerindedir.
- **Doğu Asya:**
  Çin (%47), Japonya (%43) ve Güney Kore (%45) gibi ülkeler Avrupa'ya yakın oranlardadır.
- **Güney Asya:**
  Pakistan (%9), Afganistan (%5), Bangladeş (%12) gibi ülkelerde oran oldukça düşüktür.
- **Orta Doğu:**
  Bazı ülkeler ilerleme göstermesine rağmen katılım hâlen sınırlıdır; kültürel ve normatif bariyerler baskındır.

Bu farklılık, kadın sporculara yönelik yapısal destek, eğitim politikaları ve toplumsal normların kıtalar arası farklı etkilerini ortaya koymaktadır.

4. Fair Play ve Olimpik Değerlerin Kültürel Yorumlanışı

Avrupa'da olimpik değerlerin yorumlanışı insan hakları, ifade özgürlüğü, cinsiyet eşitiği ve sporcu hakları çerçevesinde kurumsal bir yapıya sahiptir.

Asya'da ise olimpik değerler çoğunlukla:

- geleneksel otorite,
- disiplin,

- millî gurur,
- topluluk uyumu

çerçevesinde yorumlanmaktadır. Bu durum fair play davranışlarının anlamlı biçimde kültürel bağlama göre değişebileceğini göstermektedir.

5. Karşılaştırmalı Değerlendirme: Benzerlikler ve Farklar

Genişletilmiş analizler, iki kıtanın bazı ortak noktalara sahip olduğunu da göstermiştir:

Ortaya çıkan benzerlikler:

- Her iki kıta da olimpik etik değerleri resmî belgelerinde vurgulamaktadır.
- Kadın sporcu sayısını artırmaya yönelik girişimler her iki bölgede de artmaktadır.
- Eğitim ve spor politikalarında modernleşme eğilimi güçlenmektedir.

Farklılıklar:

- Avrupa'da politikalar merkezî, Asya'da ise ülkesel bazda parçalıdır.
- Fair play Avrupa'da kurumsal; Asya'da çoğunlukla kültürel normlara dayalıdır.
- Kadın sporcu katılımında Avrupa istikrarlı, Asya heterojendir.

SONUÇ

Bu çalışma, Avrupa ve Asya kıtalarının olimpiyatlarda fair play ve toplumsal cinsiyet eşitliğine ilişkin yaklaşımlarının anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermiştir. **Avrupa kıtası**, etik kurulların etkinliği, eğitsel süreçlerin yaygınlığı ve cinsiyet eşitliği politikalarının kurumsallaşmış yapısı sayesinde olimpik değerlere daha yakın ve bütüncül bir model sunmaktadır. Kadın sporcu katılım oranlarının dengeli olması ve fair play uygulamalarının istikrarlı şekilde yürütülmesi Avrupa'nın güçlü yanlarını oluşturmaktadır.

Asya kıtası ise kültürel çeşitlilik nedeniyle hem zorluklar hem de fırsatlar barındırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yüksek standartlar bulunmasına rağmen kıta genelinde heterojenlik cinsiyet eşitliği politikalarının ve fair play uygulamalarının tutarlılığını sınırlamaktadır. Ancak Asya'nın geniş kültürel ve demografik yapısı, doğru politikalarla birleştiğinde olimpik değerlere daha hızlı uyum sağlayabilecek bir potansiyel taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu karşılaştırmalı analiz iki kıtanın olimpik harekete katkı sunma biçimlerinin farklı olduğunu, ancak her iki kıtanın da daha eşitlikçi, etik ve kapsayıcı bir olimpik sistem için önemli rol oynadığını ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

IOC Gender Equality Report (2018–2024). International Olympic Committee.
European Commission (2020). *Gender Equality in Sport: EU Comparative Report*.
Asian Olympic Council (2021). *Women in Sport Framework: Progress and Regional Challenges*.
Chappelet, J.-L. (2021). *The Olympic System and Global Sport Governance*. Routledge.
Donnelly, P., & Petherick, L. (2020). Fair play and ethical behavior in global sport. *International Journal of Sport Policy and Politics, 12*(3), 415–430.
Pfister, G. (2022). Gender equality and sport policies in Europe and Asia. *Journal of Sport and Social Issues, 46*(5), 478–493.*
Zeng, Z., & Luo, S. (2020). Gender disparities in Asian Olympic participation. *Asian Journal of Sport Studies, 14*(2), 88–102.
Kwon, H., & Kim, J. (2021). Fair play education in East Asian sport culture. *Journal of Asian Sport Ethics, 9*(1), 55–70.
Türksoy, A. (2019). **Spor ve Fair Play: Kavramsal Bir İnceleme**. Ankara: Gazi Kitabevi.
Sunay, H. (2016). **Fair Play ve Olimpizm**. Ankara: Spor Bilimleri Derneği Yayınları.
Yetim, A. (2018). *Spor Sosyolojisi*. Ankara: Berikan Yayınları.
Güven, Ö. (2020). Türkiye'de spor yönetimi ve cinsiyet eşitliği politikaları. *Spormetre, 18*(3), 145–158.
Demir, A., & Koç, Y. (2021). Olimpiyatlarda kadın sporcu katılımının tarihsel gelişimi. *Uluslararası Spor Bilimleri Dergisi, 7*(1), 32–49.
Kaya, M., & Arslan, F. (2022). Asya ve Avrupa ülkelerinde spor kültürü farklılıkları. *Spor ve Kültür Araştırmaları Dergisi, 4*(2), 101–118.
Çetin, M., & Şahin, A. (2020). Spor etiği ve fair play davranışlarının kültürlerarası karşılaştırması. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 5*(1), 1–15.*
Aydın, E. (2019). Spor yönetiminde toplumsal cinsiyet politikaları: Karşılaştırmalı bir analiz. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi, 30*(4), 250–264.*

RUSYA FEDERASYONU OMBUDSMANLIK KURUMUNUN TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTLİĞİ DENETİMİNDE ROLÜ

Aynur GÖK
Bağımsız Araştırmacı
ORCID: 0000-0002-3994-1671

ÖZET

Rusya Federasyonu'nda Ombudsmanlık kurumu, vatandaşların hak ve özgürlüklerinin gözetilmesini denetleyen ulusal kontrol mekanizmalarından birisidir. Kurumun temel amacı, Rusya Federasyonu'nda insan hak ve özgürlüklerin gerçekleşmesini teşvik etmektir. Rusya Federasyonu ombudsman sistemi, çocuk hakları, öğrenci hakları, mahkumların hakları, tüketici hakları, engelli haklarının vb. korunmasına ilişkin farklı amaçlarla kurulan ombudsmanlar ile genişlemiştir. Fakat, kadın haklarını ve toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamaya yönelik ortaya çıkan sorunların çözümüne hizmet edecek bir eşitlik ombudsmanı oluşturulmamıştır. Rus Ombudsmanlık kurumunun faaliyetlerine dair yıllık raporlarına bakıldığı zaman, kuruma yapılan şikâyet başvurularında kadınların maddi zorlukları, iş haklarının korunmaması, kadına yönelik şiddet, cezaevi kurumlarında tutuklu kadınların haklarını koruma alanındaki sorunlar dikkat çekmektedir. Bu çalışma, Rus Ombudsmanlık kurumunun oluşumunu ve faaliyetlerini incelemekte; toplumsal cinsiyet meselelerini nasıl ele aldığını ve bu alandaki mevzuatı iyileştirme çabalarını analiz etmektedir. Ombudsman, sadece şikayetleri dikkate almakla kalmamakta, ihlal edilen hak ve özgürlüklerin geri kazanılmasında tarafsız bir arabulucu olarak hareket etmektedir. Bununla birlikte ilgili ulusal mevzuatın iyileştirilmesine ve genel olarak kabul edilmiş uluslararası hukuk ilkeleri ve normları ile uyumlu hale getirilmesine, insan hakları alanında uluslararası işbirliğinin geliştirilmesine, haklar ve özgürlükler konusunda koruma biçim ve yöntemleri hakkında bilgilendirme ve eğitime katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak çalışma, Rusya Federasyonu'nda Ombudsmanlık kurumunun belirli sınırlılıklarına rağmen kadınların haklarının korunmasına ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanmasına önem verdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: ombudsman, toplumsal cinsiyet eşitliği, Rusya Federasyonu, Ombudsmanlık Kurumu

THE ROLE OF THE RUSSIAN FEDERATION OMBUDSMAN INSTITUTION IN GENDER EQUALITY OVERSIGHT

ABSTRACT

The Ombudsman institution in the Russian Federation is one of the national control mechanisms that oversees the observance of citizens' rights and freedoms. The institution's primary purpose

is to promote the realization of human rights and freedoms in the Russian Federation. The Russian Federation's ombudsman system has expanded with ombudsmen established for various purposes, including protecting children's rights, students' rights, prisoners' rights, consumer rights, rights of people with disabilities, etc. However, an equality ombudsman has not been established to address the solution of the problems that arise in ensuring women's rights and gender equality. Annual reports on the activities of the Russian Ombudsman institution highlight complaints about women's financial hardship, lack of protection for employment rights, violence against women, and problems protecting the rights of women incarcerated in prison institutions. This study examines the formation and activities of the Russian Ombudsman institution, analyzes how it addresses gender issues, and attempts to improve legislation in this area. The Ombudsman not only hears complaints but also acts as an impartial mediator in restoring violated rights and freedoms. It also contributes to improving relevant national legislation and aligning it with generally accepted international legal principles and norms, fostering international cooperation in the field of human rights, and providing information and training on the forms and methods of protecting rights and freedoms. In conclusion, the study demonstrates that the Ombudsman institution in the Russian Federation, despite certain limitations, prioritizes protecting women's rights and ensuring gender equality.

Keywords: ombudsman, gender equality, Russian Federation, Ombudsman Institute

GİRİŞ

Rusya Federasyonu'nda 'İnsan Hakları Komiserliği Kurumu' adı altında ombudsmanlık, kendi halkının menfaatlerine hizmet eden önemli ve gerekli bir insan hakları mekanizmasıdır. Kurumun temel amacı, Rusya Federasyonu'nda insan hak ve özgürlüklerin gerçekleşmesini teşvik etmektir. Rusya Federasyonu ombudsmanlık sistemi yıllar içerisinde, çocuk hakları, öğrenci hakları, mahkumların hakları, tüketici hakları, engelli haklarının vb. korunmasına ilişkin çeşitli özel alanlarda kurulan denetim mekanizmaları ile genişlemiştir. Fakat, bu kurumsal yapılanmalardan birisi olarak kadın haklarını ve toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamaya yönelik yasaların, politika ve stratejilerin pratiğinde ortaya çıkan sorunlara odaklanacak ve çözümüne hizmet edecek bir eşitlik ombudsmanı oluşturulmamıştır. Ülkede kadınlar için bir kamu denetçiliği kurumunun kurulması yetkililerce gerekli görülmemiştir. Ülkede toplumsal cinsiyet alanında eşit hakları güvence altına alan yasaların uygulanmasının denetlenmesi geleneksel olarak insan hakları ombudsmanlarının yeterliliği olarak kabul edildiğinden ilgili başka bir ombudsman makamının oluşturulmasına sıcak bakılmamıştır (Krasilnikova, 2013). Bu durum, kadınlara özgü sorunların ve toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin

yeterince derinlemesine incelenmemesiyle ve bu sorunlara yönelik odaklanmış politika çözümlerinin üretilmemesiyle sonuçlanmaktadır.

Rusya Federasyonu Devlet İstatistik Servisi'ne (RosStat) göre, 2024 yılı başında 146,2 milyon olan ülke nüfusunun 78,2 milyonunu kadınlar oluşturmaktadır (RosStat, 2024). Bu, ülke nüfusunun yarısından fazlasına denk gelmektedir. Bu gerçeklik, ülkede toplumsal cinsiyet eşitliği politikalarının merkezi bir öneme sahip olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla toplumsal cinsiyet eşitsizliğine, kadınların politik, ekonomik, sosyal, kültürel ve medeni alanlardaki insan hakları ve temel özgürlüklerinin ihlallerine ilişkin sorunların tespit edilmesi, kesin müdahalelerin ve politika önerilerinin yapılabilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın yapılmasındaki en temel amaç, kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği meselelerini Rus ombudsman kurumu özelinde ulusal kurumsal mekanizmaların nasıl ele aldığını araştırmak ve bu alanda ombudsman denetiminin rolünü ortaya koymaktır. Bu bakımdan çalışmanın birinci bölümünde, Rus ombudsmanlık kurumunun kuruluşu ve faaliyet alanları açıklanmış ve ikinci bölümde kurumun işleyişinde kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği meselelerinin çözümü üzerindeki rolü ve önemi değerlendirilmektedir. Çalışmanın sonunda, Rusya Federasyonu'nda kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği meselelerinin hem yasal düzenleme ihtiyacının hem de korunma mekanizmalarının yetersizliğinin acil bir sorun olmaya devam ettiği göz önüne alındığı zaman eşitlik ombudsmanı ya da kadın hakları ombudsmanlığı kurumunun oluşturulması önerilmektedir.

1. Rus Ombudsmanlık Kurumu ve Faaliyet Alanları

Rusya Federasyonu'nda ombudsmanlık kurumu, devletin insan hakları ve özgürlükleri alanında yükümlülüklerini nasıl yerine getirdiği konusunda denetleyen önemli ulusal kontrol mekanizmalarından biri olarak faaliyet göstermektedir. Rus ombudsmanlık kurumunun kuruluşunun ön aşaması, 22 Kasım 1991 tarihinde Rusya'da İnsan Hakları ve Temel Özgürlükler Bildirgesi'nin kabulüne dayanmaktadır. Burada, ombudsmanlık kurumunun oluşturulması fikri yasal olarak belirtilmiştir (Rusya Federasyonu İnsan Hakları Ombudsmanlık Kurumu, 2025). Bundan sonra 1993 tarihli Rusya Anayasası'nın 45. ve 103. maddelerinde ulusal bir ombudsman kurumunun oluşturulmasına yer verilmiştir (Yaman, 2018). Ardından 25 Aralık 1996 yılında Rusya Federasyonu Federal Meclisi Devlet Duma'sı tarafından 'İnsan Hakları Komiseri Hakkında' Federal Anayasa Kanun'u kabul edilmiştir. Bu kanun, 12 Şubat 1997'de Federasyon Konseyi tarafından onaylanmıştır. 26 Şubat 1997 yılında Rusya Federasyonu Devlet Başkanı tarafından imzalandıktan sonra resmi olarak yayımlanarak

4 Mart 1997 yılında yürürlüğe girmiştir. Burada, ombudsmanın göreve atanması ve görevden alınması usulü, yetkileri, teşkilatlanma biçimleri ve faaliyet koşulları belirlenmiştir (Rusya Federasyonu İnsan Hakları Ombudsmanı Hakkında Kanun, 1997). Onaylanan yasa ile 22 Mayıs 1998 tarihinde Devlet Duması Milletvekili O.O. Mironov çok sayıda aday arasından seçilerek Devlet Duma'sı tarafından ilk ombudsman olarak atanmıştır. 2004 yılında V.P. Lukin ve 2014 yılında ise E.A. Pamfilova ombudsmanlık görevine getirilmiştir. Ombudsmanlık görevine en son 22 Nisan 2016 tarihinde Devlet Duma'sının kararı ile T.N. Moskalkova atanmış ve görevini hâlihazırda sürdürmektedir (Rus Ombudsmanlık Kurumu, 2025).

Rus ombudsmanlık kurumunun faaliyet alanları federal yasayla açıkça tanımlanmış ve oldukça geniştir. Bu bağlamda temel faaliyet alanları şu şekilde ifade edilmektedir (Rus Ombudsmanlık Kurumu, 2025):

- Şikayetlerin değerlendirilmesi ve hak ihlallerinin düzeltilmesi: Kurum vatandaşların yaptığı hak ve özgürlüklerinin ihlal edilmesi ile ilgili şikâyetlerini kabul eder, inceler ve ihlal edildiği tespit edilen hakların iadesi konusunda tavsiyelerde bulunmaktadır.
- Ulusal mevzuatın iyileştirilmesi: Kurum, mevcut ilgili ulusal mevzuatı analiz ederek yasal boşlukları veya eksiklikleri tespit etmektedir ve aynı zamanda genel olarak kabul edilmiş uluslararası hukuk ilkeleri ve normları ile uyumlu hale getirilmesini teşvik etmektedir.
- İnsan hakları alanında eğitim, raporlama ve kamuoyunun bilgilendirilmesi: Hak ve özgürlükler konusunda koruma biçim ve yöntemleri hakkında bilgilendirme ve eğitime katkıda bulunmaktadır. Kurum, insan hakları durumuna ilişkin tespitlerini ve tavsiyelerini içeren yıllık raporlar hazırlamaktadır.
- İnsan hakları alanında işbirliğinin güçlendirilmesi: Diğer devlet kurumlarıyla ve sivil toplum kuruluşlarıyla işbirliği faaliyetlerinde bulunmaktadır. Ayrıca insan hakları alanında uluslararası işbirliğini geliştirme konularında destek sağlamaktadır.

Rus ombudsmanlık kurumu, kuruluşundan itibaren devlet nezdinde toplumun bir tür savunucusu rolünde hareket etmektedir. Bu kurum, yetki veya kaynak kısıtlamaları gibi bir sıra zorluklarla faaliyet göstermesine rağmen geçen süre zarfında önemli ilerlemeler kaydetmiştir (Akman ve Chiftchi, 2018: 204). Bugün Rus ombudsmanlık kurumu, devlet ve toplum arasında güvene dayanan bir köprü görevi üstlenmektedir. Rusya Federasyonu Anayasası ve yasalarıyla güvence altına alınan insan hakları ve temel özgürlüklerin devlet organları, yerel yönetim organları ve devlet memurları tarafından uygulanması ve saygı gösterilmesi yükümlülüklerini

nasıl yerine getirdiği konusunda kamusal denetimin önemli mekanizmalarından birisi olarak faaliyet göstermektedir (Rus Ombudsmanlık Kurumu, 2025).

2. Rus Ombudsmanlık Kurumunun Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Denetiminde Rolü

Rus ombudsmanlık kurumu, kadın haklarının korunması, cinsiyet temelli ayrımcılığın tespiti, cinsiyete dayalı şiddetle mücadele gibi alanlarla ilgili yasal mevzuatın ve ulusal politikaların geliştirilmesinde önemli bir denetim ve yönlendirme mekanizması olarak hareket etmektedir. Kurumda, Rusya Federasyonu Anayasası ve diğer ulusal mevzuatında güvence altına alınan kadın ve erkek eşitliği ilkesinin hayatın tüm alanlarında fiilen uygulanmasının sağlanması konusunda çalışmalar yürütmektedir. Bu bağlamda, Rus ombudsmanlık kurumu kadınların özellikle ceza hukuku ve yargılama süreçlerindeki konumlarının iyileştirilmesine, ekonomik bağımsızlığının ve aile refahının desteklenmesine, kadınlara yönelik şiddetin önlenmesi ve engellenmesine, zor yaşam koşullarındaki kadınların ve çocuklu annelerin sorunlarının çözümüne odaklanmaktadır. Ombudsmanlık kurumu, kadınların yaşadığı hak ihlallerine yönelik başvuruları kabul etmekte ve kadınların haklarını koruma görevini yasal yetkileri dahilinde çeşitli çözüm yolları ve mekanizmalar aracılığıyla yerine getirmektedir.

Yukarıda da belirtildiği üzere Rus ombudsmanlık kurumunun önemli ve kapsamlı faaliyetlerinden birisi, 1998 yılından itibaren her yıl düzenli olarak insan hakları durumuna ilişkin tespitlerini ve tavsiyelerini içeren yıllık raporlar yayımlamaktır. Bu raporlar resmi bir insan hakları değerlendirme belgesi olarak, Rusya Devlet Başkanına, Federal Meclise (Federasyon Konseyi ve Devlet Duma'sı), Rusya Hükümetine, Anayasa Mahkemesine, Yüksek Mahkemeye, Başsavcılığa, bakanlık ve birimlere, kitle iletişim araçlarına ve federe devletlere sunulmaktadır (Rusya Federasyonu İnsan Hakları Ombudsmanı Hakkında Kanun: mad. 33).

Yıllık insan hakları raporları, Rus ombudsman kurumuna yapılan başvuruların analizine yer vermektedir. Diğer bir deyişle, Rus vatandaşlarının en çok karşılaştıkları sorunları ortaya koymaktadır. Yıllık raporlardaki veriler daha çok, vatandaşların çalışma haklarının gözetilmesi ve korunması sorunları, ifade özgürlüğü ve seçim hakları ihlalleri, emekli maaşının teminindeki sorunlar, sağlık hizmetindeki sorunlar, ülke dışında yaşayan yurttaşların haklarının korunması sorunları, ücretsiz eğitim hakkının ihlali, konut sektöründe hak ve özgürlüklerin ihlali, çevre alanında hak ve özgürlüklerin ihlaline ilişkin olmaktadır.

Ombudsman T.N. Moskalkova, 2018 yılında federal ombudsmanlık kurumuna 38 binden fazla şikâyet alındığını ve yarısından fazlasının kadınlardan geldiğini belirtmiştir (Emelyanenko, 2019). Rus Ombudsmanlık kurumunun faaliyetlerine dair yıllık raporuna göre (2018), kadın haklarının savunmasında 2016 yılında 582, 2017'de 616, 2018'de ise 440 şikâyet ele alınmıştır.

Raporda, özellikle kuruma yapılan başvurular doğrultusunda, kadınların maddi zorlukları, iş haklarının korunmaması, kadına yönelik şiddet, cezaevi kurumlarında tutuklu kadınların haklarını koruma alanındaki sorunlar ile ilgili olarak ombudsmanlık kurumunun yaklaşımı ve eylemlerine yer verilmiştir. Bu bağlamda, Rus ombudsmanlık kurumu, ceza infaz kurumlarındaki kadınların haklarının ve meşru menfaatlerinin korunması konusunda faaliyetlerde bulunmuştur. Buradaki kadınların koşullarının iyileştirilmesi ve özellikle hamile ve küçük çocuklu kadınlara ilişkin ceza yasası hükümlerinin daha da iyileştirilmesi gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca, cezaevinden tahliye edilen kadınların toplumsal uyum ve yeniden sosyalleşmelerine yardımcı olacak bir kurumsal yapının mevcut olmamasına dikkat çekilmiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2018: 201, 203-206).

Rus ombudsmanlık kurumunun 2018 yıllık raporunda, ülkedeki önemli sorunlardan birisi olan kadına yönelik şiddete de değinilmiştir. Raporda, ülkede ev içi şiddetle mücadele konusunda ilgili bir kanunun kabul edilmesinin uygunluğu konusunda bir fikir birliğine varılmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca bir önceki yıla ait yıllık raporunda 'Ev İçi Şiddetle Mücadele Üzerine' Kanun taslağının geliştirilmesi konusunda hükümete öneride bulunulduğu belirtilmiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2018: 201). Burada belirtmek gerekir ki, kadına yönelik şiddeti önleme konularının, ulusal eylem strateji belgelerine, eylem planlarına ve Devlet Aile Politikası Konsepti'ne dâhil edilmesinde Rus ombudsmanlık kurumunun önerilerinin etkili olduğu söylenebilir. 2018 yıllık raporda genel olarak şikâyetlerin dinamikleri ve niteliği önemli ölçüde değişmese de ombudsmanlık kurumuna yapılan başvurularda yaklaşık üçte bir oranında (%28,6,) azalma olduğu belirtilmiş ve bu düşüşün nedeni, ilgili ulusal stratejik belgelerin benimsenmesi ve uygulanmasında takip edilen başarılı devlet politikasıyla ilişkilendirilmiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2018).

Rus ombudsmanlık kurumunu 2024 yılına ait yıllık raporunda ise ombudsmanlık kurumuna gelen genel başvurularda önemli bir artış gözlenmiştir. Giriş, 11 bölüm ve 40 paraftan oluşan raporda ombudsmanlık kurumuna toplam 126 715 başvuru yapılmıştır (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024). Önceki yıllardan farklı olarak, 24 Şubat 2022 tarihinde Rusya devlet başkanı Vladimir Putin'in Ukrayna'da 'özel askerî operasyon' ilan etmesiyle (Kremlin, 2022) başlayan savaşın olumsuz sonuçları bağlamında ombudsmanlık kurumunun yeni raporunda savaş mağdurları, sivil kayıplar, esirlerin iadesi ve sınır bölgelerinden zorunlu göç gibi konular önemli yer tutmuştur. Raporda ombudsmanlık kurumuna yapılan başvurular arasında yurt dışında yardıma ihtiyaç duyan Ruslardan gelen taleplere ve sağlanan desteklere de yer verilmiştir. Yıllık raporda yer verilen diğer hak alanları ise mahkumlara yönelik tıbbi bakıma ve diğer koşullara ilişkin haklarını, göçmen hakları, sağlık hakkı, sosyal, ekonomik,

medeni ve siyasi haklar gibi diğer geleneksel konuları içermiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024). Veriler, ombudsmanlık kurumuna yapılan başvurularda önemli bir artış olduğunu, Rusya'daki insan hakları gündeminin savaş ile ilişkili konulara doğru kaydığını ve kurumun bu bağlamda artan iş yükünü açıkça göstermektedir.

Ombudsmanlık kurumunun 2024 raporunda kadınları etkileyen sorunlarla doğrudan ilgili olarak kuruma yapılan başvurular çeşitli temel hak kategorileri çerçevesinde ele alınmıştır. Yıllık raporda öne çıkan konular, hukuki süreçlerdeki hamile kadınların ve annelerin hakları, aile ilişkileri alanında sağlanan destekler, kadınların ekonomik bağımsızlığının ve aile refahının artırılmasının desteklenmesine yönelik güvenceler ve askeri operasyonlara katılanların ailelerine (özellikle eşler ve anneler) yönelik tedbirlere ilişkindir. Raporda, hamile kadınların ve küçük çocuğu olan annelerin ceza hukuku ve yargılama süreçlerindeki konumlarının iyileştirilmesine yönelik ombudsmanlık kurumunun girişimleri vurgulanmıştır. Bu bağlamda, cezai süreçlerde hamile ve küçük çocuklu kadınların tutuklu yargılama tedbirlerinin uygulanmasının sınırlandırılmasına yönelik yasal düzenlemenin kabul edildiği belirtilmiştir. (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 13). Ombudsmanlık kurumunun başvurusu üzerine, Yüksek Mahkeme'deki bir davada küçük çocuğu olan mahkûm kadının cezasının ertelenmesi kararının verildiğine değinilmiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 284). Bunun yanı sıra, ombudsmanlık kurumunun faaliyetleri sonucunda iyileştirilen yasal düzenlemeler arasında geçici gözaltı merkezlerindeki küçük çocuklu kadınların maddi ve yaşam koşullarının ve reşit olmayan kadın mahkumların giyecek yardımlarının iyileştirilmesine ilişkin olmuştur (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 313, 334).

2024 yılına ait raporda ombudsmanlık kurumuna yapılan başvuruların önemli bir kısmı, askeri operasyonlara katılanların ve aile üyelerinin haklarının korunmasına yönelik olmuştur. Ombudsmanlık kurumu askeri operasyon koşullarında operasyon katılımcılarının aile üyelerinden kadınlara ve annelere de sosyal destek sağlanması ve yasal güvencelerinin güçlendirilmesi yönünde çalışmalar yürütmüştür. Örneğin, askeri operasyonlarda ölen askerlerin yeniden evlenmeyen eşlerinin, işveren inisiyatifiyle işten çıkarılmasının bir yıl süreyle yasaklanması sağlanmıştır (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 57). Ayrıca savaş bölgelerinde ayrı düşen ailelerin yeniden birleştirilmesine ombudsmanlık kurumu aracılık etmiştir (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 11).

Rus ombudsmanlık kurumuna yapılan diğer başvuruları, nafaka yükümlülüklerinin yerine getirilmesi, hamilelik ve doğum yardımları gibi kadınların ve çocukların yasal haklarının korunmasını etkileyen konular kapsamıştır. Ayrıca ombudsmanlık kurumunun 2024 yıllık raporunda Rusya Federasyonu'nda 'Aile Yılı' (Rusya Federasyonu'nda 2024 Yılının Aile Yılı

İlan'ına İlişkin Karar, 2023) ilan edilen bu dönemde, kadınların, annelerin ve ailelerin haklarını güvence altına almaya yönelik gerçekleşen çeşitli yasal ve pratik önlemler vurgulanmıştır. Bu düzenlemeler arasında ailelerin geleneksel değerlerini korumak amacıyla yapıldığı vurgulanan yasal önlemlerden birisi doğurganlığa yönelik propaganda yasağının getirilmesidir. Bu yasak, internet ve diğer mecralarda bilinçli doğum reddinin teşvikinin yasaklanmasını kapsamaktadır (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 124).

Rus ombudsmanlık kurumunun 2024 yıllık raporunda ülkedeki ev içi şiddet konusu da ele alınmıştır. Ancak ev içi şiddet konusu da genellikle sosyal veya hukuki haklar gibi genel kategoriler altında değerlendirilmiştir. Raporda yer verilen kamuoyu anketlerinin sonuçlarına göre ülke vatandaşlarının %23'ünün ailelerinde şiddet vakalarına tanıklık ettikleri belirtilmiştir. Ombudsmanlık kurumu yıllık raporunda vatandaşların, yürütme organlarındaki ve kolluk kuvvetlerindeki eksiklikler ile polis personeli yetersizliği nedeniyle güvenli hissetmediklerini değerlendirmiştir. Ombudsmanlık kurumu, kolluk kuvvetleri sistemindeki eksikliklerin varlığını teyit etmiştir. Dolayısıyla ceza yargılamalarında, idari suç yargılamalarında ve cezai yaptırımların uygulanmasında vatandaş haklarının korunması konusunda önemli sayıda şikâyetlerin alınmaya devam ettiği görülmüştür. (Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu, 2024: 28). Rus ombudsmanlık kurumunun ülkede ev içi şiddet sorununu tespit etmesine ve raporlarında vurgu yapmasına rağmen günümüzde ev içi şiddetle mücadele konusunda bir yasanın kabul edilmediği görülmektedir. Dolayısıyla ombudsmanlık kurumunun yasal reformları tek başına ilerletemediği anlaşılmaktadır.

Rusya Federasyonu hükümeti tarafından 29 Aralık 2022 tarihli 4356-r sayılı Karar ile 2023-2030 Kadınlara Yönelik Ulusal Eylem Stratejisi kabul edilmiştir. Ulusal Eylem belgesi, ülkede orta vadede kadınların çıkarları doğrultusunda devlet politikasının temel yönlerini tanımlayan en güncel belgedir. Bu ulusal strateji belgesinin temel hedefleri arasında, yaşamın çeşitli alanlarında kadınlar ve erkekler arasında eşitlik ilkesinin savunulması, Rus kadınlarının ekonomik bağımsızlığının sağlanması, ülkenin sosyal ve ekonomik kalkınmasında öncelikli alanlara katılımının artırılması, geniş istihdam fırsatlarının sağlanması, siyasi katılımının artırılması, her yaştan kadının sağlığının korunması ve kadınlara yönelik şiddetin ve sosyal zorlukların önlenmesi ve engellenmesi gibi faaliyetler yer almıştır. Belgede, Rus kadınlarının tam zamanlı istihdama ve kariyer gelişimine odaklanırken, aile sorumlulukları ve çocuk yetiştirme arasında denge kurmaya çalıştıkları belirtilmiştir. Öte yandan, ücretlerin ulusal ortalamanın altında kaldığı sektörlerdeki kadınların oranı %60 ila %80 arasında değişmektedir. Ülkede kadınların yüksek eğitim ve istihdam seviyelerine rağmen, ekonomide kadınlar ve erkekler arasındaki ücret farkı %28 ile önemli bir seviyede kalmaya devam etmektedir.

2016 yılından itibaren ülkede bazı yasal iyileştirmeler yapılmasına rağmen, karar alma düzeyinde kadın ve erkeklerin temsilindeki dengesizlik hâlâ devam etmektedir (Rusya Federasyonu 2023-2030 Kadınlara Yönelik Ulusal Eylem Stratejisi, 2022). Ulusal Eylem Strateji belgesinde vurgulanan kadınların ekonomik bağımsızlığını ve aile refahını desteklemeye yönelik konulara ombudsmanlık kurumunun 2024 insan hakları yıllık raporunda da ele alınmaktadır. Bu bağlamda, ombudsmanlık kurumunun faaliyetlerinin öncelikli gündem maddelerinden olduğu anlaşılmaktadır.

Rus ombudsman kurumunun yıllık raporlarına bakıldığı zaman, 2018 yılı öncesi ve sonrası dönemlerde, kadınların hak ve özgürlüklerinin ihlallerinin tamamen göz ardı edilmediği ancak bu şikâyet başvurularının genel hak ihlalleri çerçevesinde ele alındığı görülmektedir. Örneğin, cinsiyete dayalı ayrımcılık, toplumsal cinsiyet eşitsizliği veya kadınlara yönelik şiddet vakaları gibi konular raporlarda genelde ayrı, bağımsız bir bölüm olarak değil genel insan hakları, sosyal haklar, sağlık veya çalışma hakları çerçevesinde değerlendirilmektedir. Dolayısıyla 'kadınlara özgü hak ihlalleri', 'cinsiyet temelli ayrımcılık', 'cinsiyet eşitsizliği' gibi başlıklarla ayrı bir bölüm olarak toplanıp raporlanmamaktadır. Ombudsmanlık kurumunun son raporu ise kurumun ana odak noktasının daha çok savaş kaynaklı insan hak ve özgürlüklerin sağlanmasına yönelik başvurulara doğru kaydığını açıkça göstermektedir.

2030 yılı, 'toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınları ve kız çocuklarını güçlendirmek' başlıklı 5. Amaç dahil olmak üzere BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın tamamlanması için son tarihtir (UNDP, 2024). Dolayısıyla 2030 yılına kadar ülkede beklenen sonuçlar arasında, kadınlar ve erkekler arasındaki ücret farkının azalması, üretim, iş dünyası ve kamu sektöründeki tüm düzeylerdeki yöneticiler arasında kadınların oranının artması (kadınların cam tavanı aşmaları), kadınların yaşamlarına ve sağlıklarına karşı işlenen suçların sayısının azalması, kadınların toplumsal rollerine ilişkin basmakalıp algıların aşılması, kadınların yaşam beklentisinin artması ve anne ölüm oranlarının azalması yer almaktadır. Bu hedeflerin gerçekleşebilmesi için Rus ulusal mevzuatının iyileştirilmesi, ulusal proje ve devlet programlarına ilgili önlemlerin dahil edilmesi, bu alanda bilimsel araştırmaların ve işbirliklerin yapılması gerekmektedir. Buradan hareketle ülkede hem yasal düzenleme ihtiyacı hem de korunma mekanizmalarının yetersizliği Rus ombudsmanlık kurumunun kadınların insan haklarını ve toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlama çalışmalarını güçlendirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda ülkede bağımsız bir gözlemci olarak hareket edebilecek bir eşitlik ombudsmanı ya da kadın hakları ombudsmanlığı kurumunun oluşturulması toplumsal cinsiyet eşitliği denetiminde önemli bir rol oynayabilecektir.

Yetki sınırlarının kısıtlanmadığı, yeterli finans desteğinin sağlandığı, donanımlı personel ihtiyacının karşılandığı, kapsamlı izleme ve soruşturma çalışmalarında bulunabilecek bir kurumun varlığı cinsiyet eşitsizlikleri konusunda farkındalık yaratılmasına, politika reformlarının teşvik edilmesine ve uygulanmasına, cinsiyet ayrımcılığıyla mücadele çabalarının önemli ölçüde ilerletilmesine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte toplumsal cinsiyet eşitliği kurumları, sivil toplum kuruluşları ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği faaliyetleriyle etkinliğini daha da artırabilecektir.

SONUÇ

Mevcut Rus ombudsmanlık kurumu, kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği meselelerinin çözümünde yetkili bir temsilci değildir, ancak bu alandaki rolü ve etkileri göz ardı edilmemelidir. Öte yandan, ülkede eşitlik ya da kadın hakları ombudsmanlığı kurumunun oluşturulması toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin ve eğilimlerinin daha iyi tespit edilmesi ve kapsamlı şekilde ele alınmasını sağlayabilir. Böylece, daha ayrıntılı soruşturmalar ve çözümler üretilebilir. Eşitlik ombudsmanının aktif çalışmalarıyla ülkenin siyasi gündeminde kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği meseleleri daha sık yer alabilir, yasal reformlar ve politika değişiklikleri teşvik edilebilir.

Ombudsmanlık kurumunun yıllık raporları, genellikle kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği ile ilgili meseleleri ele alan ulusal politika reformları için önemli kılavuz görevi görmektedir. Kurumun verileri, ülkedeki sistemik sorunları vurgulamakta, farkındalığı artırmakta ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanmasını teşvik etmek için yasal veya idari değişiklikler önermektedir. Ancak ombudsmanlık kurumu, kadınların insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği ile ilgili sorunları, özel bağımsız bir başlık altında toplamak yerine, ilgili oldukları temel hak alanlarının bir parçası olarak değerlendirmektedir. Devlet kurumları için rehber niteliğinde olan bu raporlarda cinsiyet temelli sorunların ayrı bir başlık altında ele alınması, ülkede toplumsal cinsiyet sorunlarına ilişkin anlayışı geliştirebilir. Bu bağlamda, eksiklikleri ve müdahale gerektiren alanları belirleyerek hükümet önceliklerine rehberlik edebilir ve yasa ve uygulamaları yeniden değerlendirmeye teşvik edebilir. Özellikle ev içi şiddet gibi acil çözülmesi gereken sorunlara yönelik daha geniş bir farkındalığı ve daha güçlü savunuculuk çabalarını sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Akman, E. ve Chiftchi, A. (2018). ‘İnsan Haklarını Koruma Mekanizması Olarak Ombudsmanlık Kurumu: Rusya Federasyonu Örneği’, *Ombudsman Akademik*, Özel Sayı: 1, ss. 183-212.

Emelyanenko, V. (2019, 30 Ocak). Zhenskaya strategiya: Zapushchen proyekt Rossii i Soveta Yevropy v zashchitu prav zhenshchin, Rossiyskaya gazeta. Erişim adresi: https://rg.ru/2019/01/30/zapushchen-proekt-rossii-i-soveta-evropy-v-zashchitu-prav-zhenshchin.html (01.02.2025)

Krasilnikova, O. (2013). 'Nuzhny li upolnomochennyye po pravam zhenshchin v Rossii?', Zhenshchina v rossiyskom obshchestve, № 3 (68), c. 58-65.
Kremlin, (2022, 24 Şubat), Rusya Federasyonu Devlet Başkanı'nın konuşması. Erişim adresi: http://kremlin.ru/events/president/news/67843/videos (18.11.2025)
Rusya Federasyonu İnsan Hakları Ombudsmanlık Kurumu. Erişim adresi: https://ombudsmanrf.org/ (20.09.2025)
Rusya Federasyonu İnsan Hakları Ombudsmanı Hakkında Kanun. Erişim adresi: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13440/ (24.09.2025)
Rusya Federasyonu 2023-2030 Kadınlara Yönelik Ulusal Eylem Stratejisi (2022). Erişim adresi: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405965441/ (09.04.2025)
Rusya Federasyonu'nda 2024 Yılının Aile Yılı İlan'ına İlişkin Karar. Erişim adresi: https://base.garant.ru/408052277/ (15.09.2025)
Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu (2018). Erişim adresi: https://ombudsmanrf.org/upload/files/docs/lib/doclad_2018.pdf (12.09.2025)
Rus Ombudsmanlık Kurumu Yıllık Raporu (2024). Erişim adresi: https://ombudsmanrf.org/documents/ezhegodnye-doklady (12.09.2025)
Rosstat, (2024), Demografi. Erişim adresi: https://rosstat.gov.ru/storage/2024/02-29/tQ1QjJBq/Doklad_01-2024/4-0_01-2024.doc (01.09.2025)
UNDP, (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. Erişim adresi: https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html (11.02.2025)
Yaman, A. (2018). *Sovyetler Birliğinden Rusya Federasyonuna - Sovyet Sosyalizminin Anayasaları (1918 - 1924 -1936 - 1977 - 1993)*, Doğu Kütüphanesi, İstanbul.

KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUK VE ETİK LİDERLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ ÜZERİNE BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI

Onur OKTAYSOY
Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, 36000 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-8623-614X
Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN
Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, 80760 Kadirli, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-7916-1709
Ethem TOPÇUOĞLU
Giresun University, Academy of Civil Aviation, 28000 Merkez, Giresun
ORCID: 0000-0003-3563-0566

ÖZET

Kurumsal sosyal sorumluluk (KSS), bir işletmenin ekonomik ve yasal gerekliliklerin ötesine geçerek sosyal faydalar elde etmesini sağlayan düşünce ve eylemlerini ifade etmekte, işletmelerin toplum üzerindeki etkilerinden sorumlu olmaları anlamına gelmektedir. İşletmelerin KSS faaliyetlerine ne kadar dahil olabileceğini belirleme konumunda olan kişiler ise liderlerdir. Araştırmalar, birçok işletmede KSS faaliyetlerini başlatma ve izleme sorumluluğunun büyük ölçüde orta ve alt düzey yöneticilere ait olduğunu göstermiştir. Davranışlarını yüksek ahlaki ilkeler doğrultusunda yönlendiren etik liderler, işletmenin etik sorumlusu olarak hareket ederek, toplumun çıkarları doğrultusunda etik kararlar alırlar. Etik liderler, işletmenin tüm politika ve süreçlerini etik açıdan değerlendirmenin yanı sıra, KSS politikalarının uygulayıcıları olarak da rol üstlenmektedirler. Meta-analiz, belirli bir konuya ilişkin birden fazla çalışmanın bulgularını sentezlemeye ve genellenebilir sonuçlar çıkarmaya olanak sağlayan bir yöntem sunmaktadır. Bu bağlamda, KSS ve etik liderlik arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bir meta-analiz gerçekleştirilmiştir. 15 Eylül 2025 ile 25 Ekim 2025 tarihleri arasında Web of Science, Scopus, Pubmed, ProQuest, Google Scholar, Emerald veri tabanları üzerinden 71 makaleye ulaşılmış, yapılan inceleme ile 18 makalenin çalışmanın amacına uygun olduğu belirlenmiştir. Jamovi programı ile yapılan meta-analiz sonucunda kurumsal sosyal sorumluluk ve etik liderlik arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişki olduğu (0,584) tespit edilmiştir. Bu bulgular, örgütlerin KSS uygulamalarına katılımında etik liderliğin önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Etik Liderlik, Meta Analiz

A META-ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AND ETHICAL LEADERSHIP

ABSTRACT

Corporate social responsibility (CSR) refers to the thoughts and actions of a business that enable it to obtain social benefits by going beyond economic and legal requirements, and it implies that businesses are responsible for their impact on society. The individuals who are in a position to determine the extent to which businesses can engage in CSR activities are the leaders. Research has shown that in many businesses, the responsibility for initiating and monitoring CSR activities largely belongs to middle- and lower-level managers (Katamba et al., 2012). Ethical leaders, who guide their behaviors in line with high moral principles, act as the ethical authority of the business and make ethical decisions in accordance with the interests of society (Treviño, Hartman and Brown, 2000). Ethical leaders not only evaluate all policies and processes of the business from an ethical perspective but also serve as the actors responsible for the implementation of CSR policies. Meta-analysis provides a method that enables the synthesis of findings from multiple studies on a particular topic and allows for the derivation of generalizable conclusions. In this context, a meta-analysis was conducted to examine the relationship between CSR and ethical leadership. Through searches conducted in the Web of Science, Scopus, PubMed, ProQuest, Google Scholar, and Emerald databases between 15 September 2025 and 25 October 2025, a total of 71 articles were identified, and upon review, 18 articles were determined to be suitable for the purpose of the study. As a result of the meta-analysis conducted using the Jamovi software, a moderate positive relationship (0.584) was found between corporate social responsibility and ethical leadership. These findings highlight the importance of ethical leadership in organizations' engagement with CSR practices.

Keywords: Corporate Social Responsibility, Ethical Leadership, Meta-Analysis

1. GİRİŞ

Günümüz koşullarında örgütlerin ekonomik ve sosyal hedefleri arasında denge kurmalarının önemi gittikçe artmaktadır. Örgütlerin başarısında ekonomik veya finansal performanslarının yanısıra, sosyal performanslarının da değerlendirilmesi ile kurumsal sosyal sorumluluk (KSS) örgütlerin temel hedeflerinden biri olarak görülmeye başlanmıştır (Cingöz & Akdoğan, 2019). Avrupa Birliği Komisyonu KSS'i örgütlerin daha iyi bir topluma ve daha temiz bir çevreye gönüllü olarak katkıda bulunmaları; yasal beklentileri karşılamanın ötesinde, insan sermayesine, çevreye ve paydaşlarla ilişkilere daha fazla yatırım yapmaları olarak

tanımlamaktadır (Commision of the European Communities, 2001). KSS örgütlerin rekabet avantajı ve finansal performansı için kritik bir unsurdur (Aguinis ve Glavas 2012).

Etik liderlik kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetleri üzerinde olumlu bir etki oluşturmaktadır (Erdoğan & Gümüştekin, 2022). Nihayetinde, örgütlerin KSS faaliyetlerine katılma kararını belirleme konumunda olan kişiler liderlerdir ve KSS faaliyetlerinin büyük ölçüde orta ve alt düzey yöneticiler tarafından yürütüldüğüne yönelik araştırmalar bulunmaktadır (Katamba vd, 2012). Bu noktada, davranışlarını yüksek ahlaki ilkeler doğrultusunda yönlendiren etik liderler, işletmenin etik sorumlusu olarak hareket ederek, toplumun çıkarları doğrultusunda etik kararlar alacaklardır (Treviño, Brown & Hartman, 2003).

Liderlerin etik davranışları, örgüt içinde etik iklimi önemsemeleri, karar verirken etik değerleri gözetmeleri, çalışanlarla iletişimlerinde etik yaklaşımları gerçekleştirilen kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerini olumlu şekilde etkilemektedir (Erdoğan & Gümüştekin, 2022).

2. ARAŞTIRMA

Meta-analiz, literatürde aynı araştırma sorusunu ele alan çalışmaların temel popülasyon etkilerinin ortalamasını ve varyansını tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir araçtır (Field & Gillett, 2010). Literatürde yer alan farklı çalışmalardaki analizlerin korelasyon ve örneklem sayısı göz önüne alınarak ortak bir analizde birleştirilmesi meta analiz ile yapılabilmektedir. Meta-analiz, belirli bir konuya ilişkin birden fazla çalışmanın bulgularını sentezlemeye ve genellenebilir sonuçlar çıkarmaya olanak sağlayan bir yöntem sunmaktadır. Bu bağlamda, Kurumsal Sosyal Sorumluluk ve Etik Liderlik arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bir meta-analiz gerçekleştirilmiştir. 15 Eylül 2025 ile 25 Ekim 2025 tarihleri arasında Web of Science, Scopus, Pubmed, ProQuest, Google Scholar, Emerald veri tabanları üzerinden 71 makaleye ulaşılmış, yapılan inceleme ile 18 makalenin (Mansour vd.,2022; Tourigny vd.,2019; Akdoğan vd.,2016; Kim vd.,2021; Alkhadra vd.,2023; Gao ve He, 2017; Cingöz ve Akdoğan, 2019; Meng vd., 2023; Choi vd., 2015; Hansen vd., 2016; Pasricha vd., 2018; Tian vd., 2015–Study 1; Tian vd., 2015–Study 2; Nguyen vd., 2021; Lin ve Liu, 2017; Zhu vd., 2014; Wu vd., 2015; Kim ve Thapa, 2018) çalışmanın amacına uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, %95 güven aralığında, makalelerin özellikleri doğrultusunda rastgele etkiler modeli ile analizler yapılmıştır. Heterojenlik, Tau kare testleri ve I2 istatistiği kullanılarak ölçülmüştür (Cassambai vd., 2025). Çalışmaya konu olan makaleler Jamovi (2025) programı ile yapılan meta-analiz uygulaması ile anlamlandırılmıştır.

3. BULGULAR

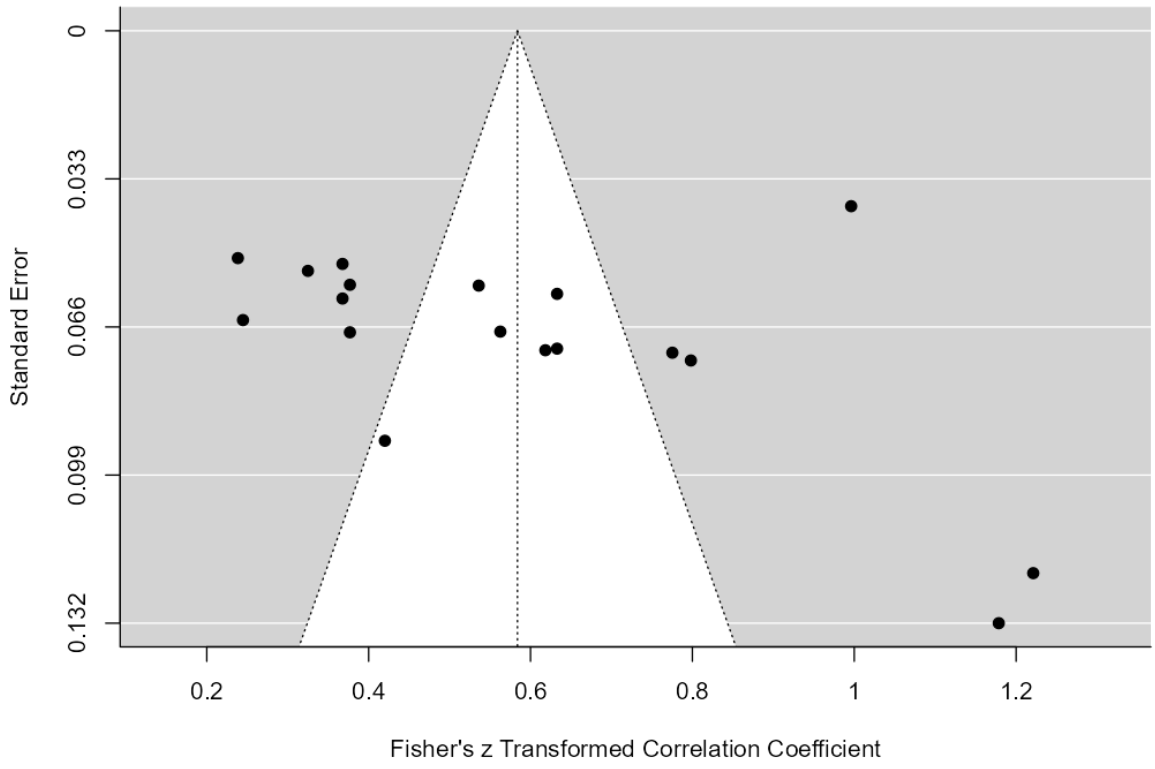
Analiz için uygulanacak modelin belirlenmesi için homojenlik ve heterojenlik ayrımının yapılması gerekmektedir. Heterojenite miktarı (yani, tau^2), kısıtlı maksimum olabilirlik

tahmincisi kullanılarak tahmin edilmiştir (Viechtbauer, 2010). Tau² tahmine ek olarak, heterojenlik q testi (Cochran, 1954) ve I² istatistiği ile de test edilmiştir. Tablo 1'den anlaşılacağı üzere heterojen bir yapının tespiti nedeniyle verilere rastgele etkiler modeli uygulanması gerekmektedir.

Tablo 1. Heterojenlik Test Sonuçları

Tau	Tau²	I²	H²	R_2	df	Q	p
0.278	0.0772 (SE= 0.0282)	95.14%	20.557	.	17.000	324.793	< .001

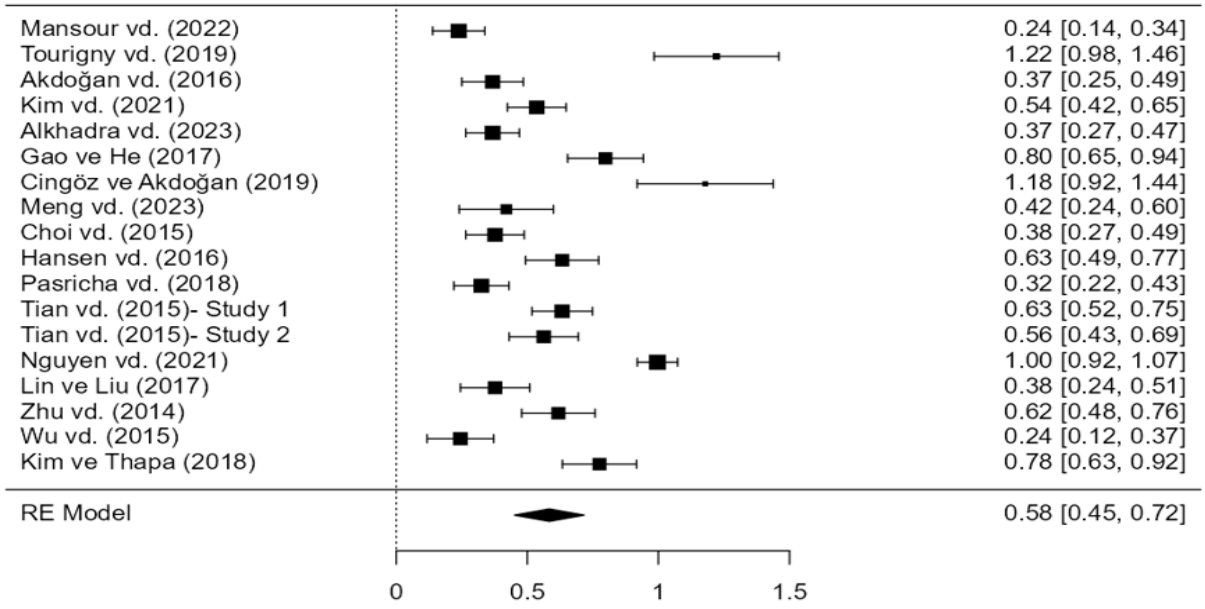
Heterojenlik testi sonuçları örneklemin heterojen olduğunu göstermek ile birlikte literatürde sıklıkla huni grafiği de kullanılan bir yöntemdir (Haile, 2025). Bu kapsamda huni grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Huni Grafiği

Analize toplam 18 adet makale dahil edilmiştir. Elde edilen verilerde r'den Fisher z'ye dönüştürülmüş korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Gözlenen dönüştürülmüş korelasyon

katsayıları 0.238 ile 1.221 arasında değişmektedir. İlave olarak, tahminlerin tamamı pozitif yönlü ve anlamlı olarak gözlenmektedir. Bu kapsamda orman grafiği çizelgesi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Orman Grafiği

Yapılan inceleme sonucunda hiçbir değişkenin ± 2.9913'ten daha büyük bir değeri olmadığı belirlendiğinden modelin literatüre aykırı değerlerinin olmadığı tespit edilmiştir. Modele ilişkin değerler aşağıda sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Modele İlişkin Test Sonuçları

	Estimate	se	Z	p	CI Lower Bound	CI Upper Bound
Intercept	0.584	0.0677	8.63	< .001	0.451	0.717

Not: Tau² Estimator (Restricted Maximum-Likelihood)

Elde edilen sonuç doğrultusunda (Tablo 2) kurumsal sosyal sorumluluk ve etik liderlik arasında 0.584'lük orta düzeyde ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Söz konusu ilişkinin doğruluğunun kanıtlanması için yayın yanlılığının incelenmesi gerekmektedir. Yayın yanlılığına ilişkin analizler aşağıda sunulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Yayın Yanlılığı Testi

Test Adı	Değeri	p
Fail-Safe N	9.046.000	< .001
Begg and Mazumdar Rank Correlation	0.464	0.007
Egger's Regression	2.943	0.003
Trim and Fill Number of Studies	0.000	.

Not: Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach.

Fail-safe N yayın yanlılığı analizine göre, yayın yanlığının oluşması için çalışmaya 9.046 adet eser daha eklenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, diğer testlerin p değerinin 0.05'den büyük olması da yayın yanlılığının olmadığının göstergesidir.

SONUÇ

Çalışmada, kurumsal sosyal sorumluluk ve etik liderlik arasında 0.584'lük orta düzeyde ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bulgular, etik liderliğin, örgütlerin kurumsal sosyal sorumluluk yaklaşımlarında kritik bir faktör olduğunu göstermekte; bununla birlikte örgütlerin etik farkındalıklarının artması ve etik liderlik uygulamalarına yönelmeleri ile daha güçlü kurumsal sosyal sorumluluk performans çıktıları elde edebileceklerine dikkati çekmektedir.

Örgütlerde etik kurallar ve sosyal değerler işletmenin sürdürülebilir büyümesine etki etmektedir. Etik sorumluluklar noktasında bilinçli örgütler hem müşterilerinin, paydaşlarının ve toplumun güvenini kazanmakta hem de sosyal adaletin sağlanmasına ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadırlar. Örgütlerin çevresiyle ilişkisi, rekabetin korunması ve sürdürülmesinde kilit bir rol oynamaktadır, bu ilişkinin optimum seviyesi ancak örgütün tüm faaliyet alanlarında etik yaklaşımların benimsenmesi ile mümkün olacaktır (Karacan & Alptekin, 2020).

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, kurumsal sosyal sorumluluk ve etik liderlik arasındaki ilişkiyi anlamak adına önemli bir temel oluşturmakta ve gelecekteki araştırmalar için daha derinlemesine incelemeler yapılması noktasında farkındalık sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Aguinis, H., & Glavas, A. (2012). What we know and don't know about corporate social responsibility: A review and research agenda. Journal of Management, 38(4), 932–968. https://doi.org/10.1177/0149206311436079

Akdoğan, A. A., Arslan, A., & Demirtaş, Ö. (2016). A strategic influence of corporate social responsibility on meaningful work and organizational identification, via perceptions of ethical leadership. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 235, 259-268.

Alkhadra, W. A., Khawaldeh, S., & Aldehayyat, J. (2023). Relationship of ethical leadership, organizational culture, corporate social responsibility and organizational performance: a test of two mediation models. International Journal of Ethics and Systems, 39(4), 737-760.

Argüden, Y. (2002). *Kurumsal sosyal sorumluluk* (ARGE Danışmanlık Yayınları No. 03). ARGE Danışmanlık A.Ş.
Cassambai, S., Tetteh, J., Highton, P., Kunutsor, S. K., Darko, D. O., Jeffers, S., Ikhile, D., Agot, G. N., Olenja, J., Njoroge, P. K., Jessen, N., Abdala, R., Senior, L., Amoakoh-Coleman, M. A., Khunti, K., Godia, P. M., Yawson, A. E., Lamptey, R., Buabeng, K. O., … Seidu, S. (2025). Prevalence of cardiometabolic diseases in Sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. Global Health Action, 18(1). https://doi.org/10.1080/16549716.2025.2580758
Choi, S. B., Ullah, S. M., & Kwak, W. J. (2015). Ethical leadership and followers' attitudes toward corporate social responsibility: The role of perceived ethical work climate. Social Behavior and Personality: an international journal, 43(3), 353-365.
Cingöz, A., & Akdoğan, A. A. (2019). A study on determining the relationships among corporate social responsibility, organizational citizenship behavior and ethical leadership. International Journal of Innovation and Technology Management, 16(04), 1940004.
Cochran, W. G. (1954). The Combination of Estimates from Different Experiments. Biometrics, 10(1), 101. https://doi.org/10.2307/3001666
Commission of the European Communities. (2001). Green Paper: Promoting a European Framework for Corporate Social Responsibility, Brussels COM 366.
Duane Hansen, S., Dunford, B. B., Alge, B. J., & Jackson, C. L. (2016). Corporate social responsibility, ethical leadership, and trust propensity: A multi-experience model of perceived ethical climate. Journal of Business Ethics, 137(4), 649-662.
Erdoğan, B. R., & Gümüştekin, G. (2022). Etik Liderlik ve Örgütsel Prestijin Kurumsal Sosyal Sorumluluk Faaliyetleriyle İlişkisi: Çanakkale İli Kızılay Örneği. Management and Political Sciences Review, 4(2), 45-65.
Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 63(3), 665-694. https://doi.org/10.1348/000711010X502733
Gao, Y., & He, W. (2017). Corporate social responsibility and employee organizational citizenship behavior: The pivotal roles of ethical leadership and organizational justice. Management Decision, 55(2), 294-309.
Haile, D. (2025). The effect of agricultural productivity on poverty: what does meta-regression analyses reveal? Cogent Social Sciences, 11(1), 2580057. https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2580057
Karacan, S., & Alptekin, N. (2020). İşletmelerin sürdürülebilirliğinin yeni anahtarı: Kurumsal sosyal sorumluluk ve etik. *The Journal of International Social Research, 13*(72), 804–811.
Kim, B. J., Kim, M. J., & Kim, T. H. (2021). "The power of ethical leadership": The influence of corporate social responsibility on creativity, the mediating function of psychological safety, and the moderating role of ethical leadership. International journal of environmental research and public health, 18(6), 2968.
Kim, M. S., & Thapa, B. (2018). Relationship of ethical leadership, corporate social responsibility and organizational performance. Sustainability, 10(2), 447.
Lin, C. P., & Liu, M. L. (2017). Examining the effects of corporate social responsibility and ethical leadership on turnover intention. Personnel Review, 46(3), 526-550.
Mansour, M., Aman, N., Al-Ghazali, B. M., & Shah, S. H. A. (2022). Perceived corporate social responsibility, ethical leadership, and moral reflectiveness impact on pro-environmental behavior among employees of small and medium enterprises: A double-mediation model. Frontiers in Psychology, 13, 967859.
Meng, J. J., Wang, X. D., Xie, M. Y., Hao, Z. L., Yang, J. L., & Liu, Y. B. (2023). Ethical leadership and TMT decision-making of corporate social responsibility–a perspective of self-determination theory. Frontiers in Psychology, 14, 1268091.
Nguyen, N. T. T., Nguyen, N. P., & Hoai, T. T. (2021). Ethical leadership, corporate social responsibility, firm reputation, and firm performance: A serial mediation model. Heliyon, 7(4).
Pasricha, P., Singh, B., & Verma, P. (2018). Ethical leadership, organic organizational cultures and corporate social responsibility: An empirical study in social enterprises. Journal of business ethics, 151(4), 941-958.

R Core Team (2025). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.5) [Computer software]. Retrieved from https://cran.r-project.org. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2025-05-25).
The jamovi project (2025). Jamovi. (Version 2.7) [Computer Software]. Retrieved from https://www.jamovi.org.
Tian, Q., Liu, Y., & Fan, J. (2015). The effects of external stakeholder pressure and ethical leadership on corporate social responsibility in China. Journal of Management & Organization, 21(4), 388-410.
Tourigny, L., Han, J., Baba, V. V., & Pan, P. (2019). Ethical leadership and corporate social responsibility in China: A multilevel study of their effects on trust and organizational citizenship behavior. Journal of business ethics, 158(2), 427-440.
Treviño, L. K., Brown, M., & Hartman, L. P. (2003). A qualitative investigation of perceived executive ethical leadership: Perceptions from inside and outside the executive suite. Human relations, 56(1), 5-37.
Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. Journal of Statistical Software. 36(3), 1-48. https://doi.org/10.18637/JSS.V036.I03
Wu, L. Z., Kwan, H. K., Yim, F. H. K., Chiu, R. K., & He, X. (2015). CEO ethical leadership and corporate social responsibility: A moderated mediation model. Journal of Business Ethics, 130(4), 819-831.
Zhu, Y., Sun, L. Y., & Leung, A. S. (2014). Corporate social responsibility, firm reputation, and firm performance: The role of ethical leadership. Asia pacific journal of management, 31(4), 925-947.

LİDERLİĞİN KARANLIK YÖNLERİNE BİBLİYOMETRİK BİR BAKIŞ

Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN
Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, 80760 Kadirli, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-7916-1709
Ethem TOPÇUOĞLU
Giresun University, Academy of Civil Aviation, 28000 Merkez, Giresun
ORCID: 0000-0003-3563-0566
Onur OKTAYSOY
Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, 36000 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-8623-614X

ÖZET

Liderliğin olumlu örgütsel çıktıları destekleyen tarzlarına yönelik çalışmalar alan yazında sıklıkla yer almaktadır. Ancak son yıllarda, liderliği negatif örgütsel çıktılarla ilişkilendiren, diğer bir ifade ile liderliğin karanlık taraflarına odaklanan çalışmaların araştırmacıların ilgisini giderek daha fazla çektiği görülmektedir. Bu perspektiften bakıldığında karanlık liderlik, narsistik liderlik, etik olmayan liderlik, küçük tiranlık, istismarcı liderlik, despot liderlik, yıkıcı liderlik, toksik liderlik gibi karanlık liderliğe farklı açılardan yaklaşan kavramlarla karşılaşılmaktadır. Örgütlerin başarısı, performansı ve sürdürülebilirliği açısından liderliğin kritik önemi dikkate alınarak; örgütlerde istenmeyen sonuçlara yol açabilen olumsuz liderlik tarzlarının bütüncül bir bakış açısıyla incelenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, Web of Science veri tabanında konu başlığı (topic) seçeneğinde, "dark leadership", "narcissistic leadership", "unethical leadership", "petty tyranny", "abusive leadership", "despotic leadership", "destructive leadership", "toxic leadership" ve "tyrannical leadership" anahtar kelimeleri kullanılarak sorgulama yapılmıştır. 1994 - 2025 yılları arasında SSCI (Social Sciences Citation Index) indeks kapsamında yayınlanan 212 makale listelenmiş ve bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, belirli bir konuda, belirli bir dönemde üretilen yayınların arasındaki bağlantıları incelemeye ve çıkarımlarda bulunmaya olanak sağlayan bir analiz yöntemidir. Yöntem, çalışmaların alan yazındaki mevcut durumunu belirlemek, yazındaki araştırma boşluklarını ortaya çıkarmak ve gelecek araştırmalar için öngörü sağlamak amacıyla yazına entelektüel bir bakış sunmaktadır. VOSviewer programı kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, liderliğin karanlık yönlerini ele alan çalışmaların 631 yazar tarafından üretildiği, en fazla çalışma yapılan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri (n=59) olduğu tespit edilmiştir. Bennett J. Tepper'in 6 makalesine 5.365 atıf alarak alandaki en etkin yazar olduğu, tespit edilen 611 anahtar kelimenin içinde en çok kullanılan anahtar kelimelerin tacizkâr gözetim (n=39) ve liderlik (n=29) olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'nin 11 makale ile alana katkı sağladığı görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda görsel haritalar üzerinden, alanyazının niceliği ve kalitesine yönelik nesnel bilgiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: karanlık liderlik, liderlik, bibliyometrik analiz

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE DARK SIDES OF LEADERSHIP

ABSTRACT

Studies focusing on leadership styles that support positive organizational outcomes are frequently addressed in the literature. However, in recent years, research that associates leadership with negative organizational outcomes—namely, studies focusing on the dark side of leadership—has increasingly attracted the attention of scholars. From this perspective, concepts such as dark leadership, narcissistic leadership, unethical leadership, petty tyranny, abusive leadership, despotic leadership, destructive leadership, and toxic leadership emerge as approaches examining the dark aspects of leadership from different angles. Considering the critical importance of leadership for organizational success, performance, and sustainability, this study was conducted with the aim of examining negative leadership styles that may lead to undesired outcomes in organizations from a holistic perspective. Accordingly, a search was carried out in the Web of Science database using the topic field with the keywords "dark leadership", "narcissistic leadership", "unethical leadership", "petty tyranny", "abusive leadership", "despotic leadership", "destructive leadership", "toxic leadership", and "tyrannical leadership." A total of 212 articles published between 1994 and 2025 within the scope of the Social Sciences Citation Index (SSCI) were listed and analyzed using the bibliometric analysis method. Bibliometric analysis is a method that enables the examination of relationships and connections among publications produced on a particular topic within a defined period and allows inferences to be drawn. The method provides an intellectual perspective on the literature with the aim of determining the current state of research, identifying gaps in the literature, and offering insights for future studies. Based on the analysis conducted using the VOSviewer software, it was identified that studies addressing the dark sides of leadership were produced by 631 authors, and that the United States (n = 59) was the country with the highest number of publications. Bennett J. Tepper was determined to be the most influential author, receiving 5.365 citations across 6 articles. Among the 611 detected keywords, the most frequently used were "abusive supervision" (n = 39) and "leadership" (n = 29). It was also observed that Türkiye contributed to the field with 11 articles. Based on the conducted analyses, objective insights were obtained through visual maps regarding the quantity and quality of the literature.

Keywords: dark leadership, leadership, bibliometric analysis

1. GİRİŞ

Her liderde ortaya çıkması muhtemel bir karanlık taraf lider-çalışan ilişkisin ile sınırlı kalmayıp, tüm örgütü etkileyecek olumsuzluklara yol açabilmektedir. Başlangıçta çalışanların örgütteki devamlılığına, giderek de örgütlerin varlıklarını sürdürebilmeleri noktasında bir tehdit unsuru haline gelebilmektedir (Uygur & Gümüştekin, 2019). Bazen liderliğin karanlık tarafının, aydınlık tarafını gölgede bırakarak hem liderin hem de örgütün zarar görmesine neden olacağını belirten Conger (1990), liderin davranışlarının abartılı hale gelmesi, gerçeklikle bağını kopartması veya tamamen kişisel çıkarları doğrultusunda hareket etmesi durumunda karanlık liderlikten bahsedileceğini ifade etmektedir. Uygur ve Gümüştekin (2019) tarafından karanlık liderlik ayrıntılı bir şekilde şöyle tanımlanmaktadır:

"Karanlık liderlik dar anlamda; çalışanların fiziksel ve ruhsal sağlığını tehdit eden, çalışanlarını para, statü ve korku yoluyla motive etmeye çalışan, başarılı çalışanlarını kıskandıklarından onları işlevsiz hale getiren, çalışanlarına iletişimde baskıcı bir tutum sergileyen; geniş anlamda ise; çalışan, örgüt ve piyasa ihtiyaçlarını gözetmeksizin kendi ihtiyaçları doğrultusunda abartılı vizyon anlayışına sahip, kötü iş performansı ve sapkın davranışlar sergileyerek örgütsel hedeflerde sapmaya sebep olan, piyasayı yanlış yorumlayarak gerçekçi olmayan değerlendirmelerde bulunan, değişimi takip etmedeki başarısızlığından, çağa ayak uyduramayan, günün sonunda olumsuz sonuçları dış etkenlere bağlamaktan çekinmeyen liderleri ifade etmektedir"

Literatürde karanlık liderlik, narsistik liderlik, etik olmayan liderlik, küçük tiranlık, istismarcı liderlik, despot liderlik, yıkıcı liderlik, toksik liderlik gibi karanlık liderliğe farklı açılardan yaklaşan kavramlarla karşılaşılmaktadır (Tepper, 2000; Ashforth, 1990; Horwitz, 2000; Abdullah vd., 2025; Chen vd., 2024; Reed & Bullis, 2009; Schyns & Schilling, 2013). Araştırmalar amirlerinin kötü niyetli olduğunu düşünen çalışanların işlerinden ayrılma olasılıklarının daha yüksek olduğunu, devam eden çalışanlar için ise, kötü niyetli denetimin, iş ve yaşam memnuniyetini, normatif ve duygusal bağlılığı azalttığını, iş-aile çatışması ve psikolojik sıkıntı ile ilişkilendirildiğini göstermektedir (Tepper, 2000). Nitekim Tepper (2007), ABD'de, kötü niyetli denetimin, çalışanların yaklaşık %13,6'sını etkilediğine ve ABD şirketlerine, çalışan devamsızlığı, çalışan devri ve düşük verimlilik gibi nedenler ile yıllık 23,8 milyar dolarlık bir maliyete neden olduğuna dikkati çekmektedir (Tepper vd., 2006).

2. ARAŞTIRMA

Bibliyometrik analiz, belirlenen bir konu üzerinden bilgisayar destekli olarak, belirlenen dönem içerisinde yapılan yayın ve çalışmaların arasındaki ilişki ve bağlantıları incelemeye olanak

sağlayan bir analiz yöntemidir. Yöntemin amacı, çalışmaların alanyazındaki mevcut durumunu belirlemek, yazındaki boşlukları ortaya koyarak gelecek araştırmacılara öngörü sağlamaktır. Bu doğrultuda, bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak karanlık liderlik araştırmalarına dair sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yer alan veriler, akademik çalışmaların sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan bir veri tabanı olan Web of Science'dan (WoS) elde edilmiş, başlık, özet, anahtar kelimeler ve artı anahtar kelimeler (keywords plus) içerisinde "dark leadership", "narcissistic leadership", "unethical leadership", "petty tyranny", "abusive leadership", "despotic leadership", "destructive leadership", "toxic leadership" ve "tyrannical leadership" kavramı geçen çalışmaları listelemek üzere "topic" seçeneği tercih edilerek sorgulama yapılmıştır. Sorgulama neticesinde, 1994-2025 yılları arasında SSCI (Social Sciences Citation Index) indeks kapsamında yayınlanan 212 makale listelenmiş ve bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmiştir.

2. BULGULAR

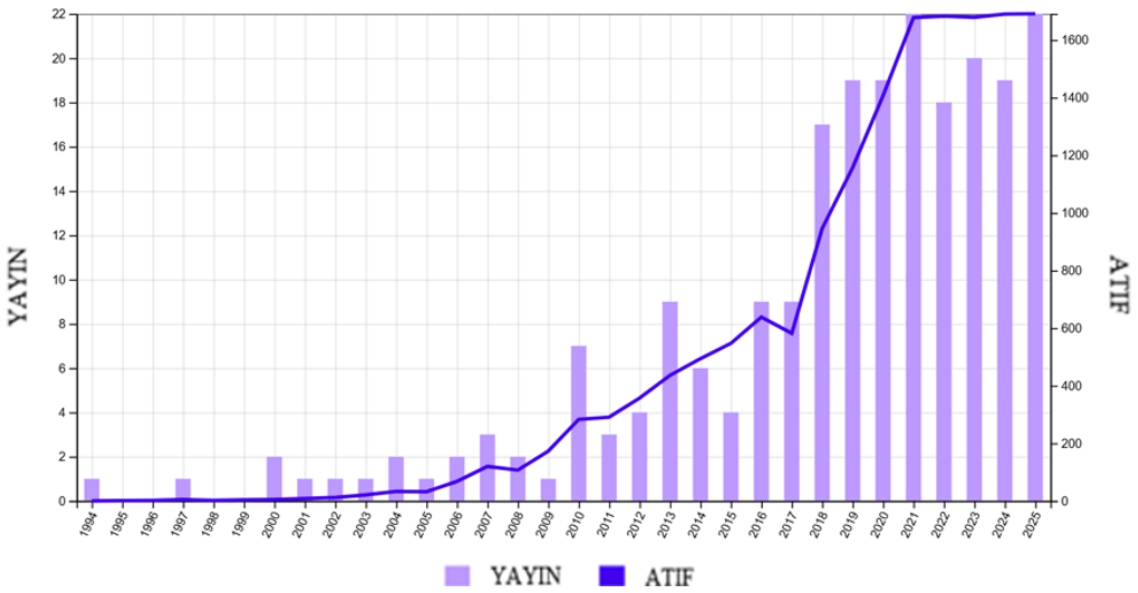
WoS veri tabanından 212 makaleye ulaşılmış olup, makaleler 1994-2025 yılları arasında toplam 105 dergide yayınlanmıştır. Makalelere toplam 15.566 atıf yapılmıştır. Araştırma evreninde kullanılan makalelere ilişkin genel bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmadan elde edilen veriler

Değişkenler	**Veri Sonuçları**
Veri Seti Hakkında Ana Bilgiler	
Zaman Aralığı	1994-2025
Yayıncı Sayısı	29
Dergi Sayısı	105
Makale Sayısı	212
Anahtar Kelimeler	611
Yazarlar	631
Makale Başına Düşen Atıf Sayısı	73.42
Atıf Sayısı	15.566

Örgütlerin başarısı, performansı ve sürdürülebilirliği açısından liderliğin kritik önemi dikkate alındığında, örgütlerde istenmeyen sonuçlara yol açabilen olumsuz liderlik tarzları son yıllarda artan bir ilgi ile araştırmalara konu olmaktadır. Özellikle 2018 yılı ile birlikte yayın sayısındaki artış ve 2025[1] yılında çalışmanın yapıldığı tarihe kadar 23 adet makalenin yayınlanmış olması akademik anlamda karanlık liderlik kavramına olan ilginin artmaya devam ettiğini göstermektedir. Detaylı bilgiler Şekil 1'de sunulmuştur.

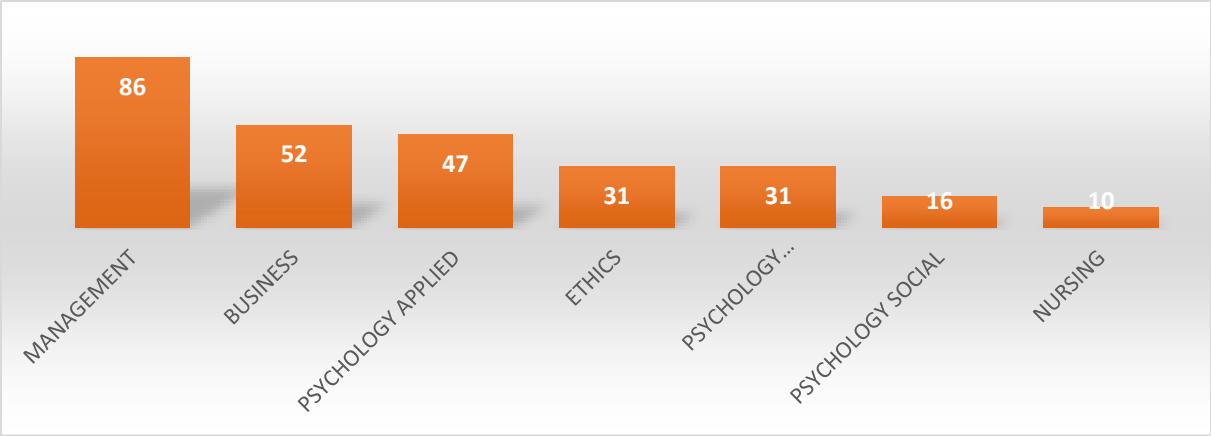
[1] 05.12.2025 tarihine kadar olan verileri içermektedir.



Şekil 1. Yıllara göre yayın ve atıf sayısı

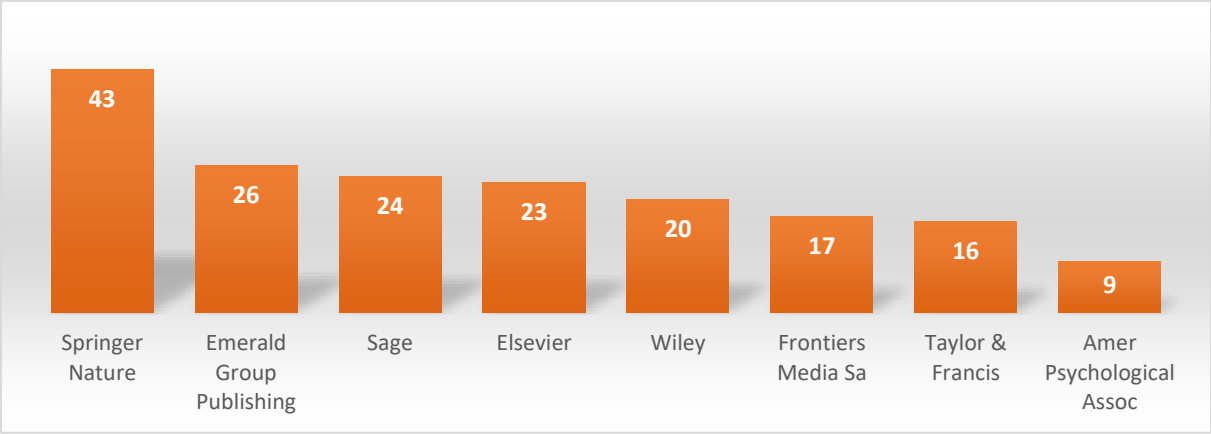
Yapılan incelemede, karanlık liderliği konu alan makalelerinin toplam 631 yazar tarafından yayınlandığı tespit edilmiştir. Tepper, B.J.'nin 6 makale (5365 atıf); Schyns, B.'nin 6 makale (816 atıf); Duffy, M.K.'nin 4 makale (1689 atıf); Mitchell, M.S.'nin 3 makale (1622 atıf) ile yazına en fazla katkıda bulunan yazarlar oldukları belirlenmiştir. WoS veri tabanında yer alan ilk makale ise Ashforth, B. (1994) tarafından kaleme alınan, tiranlık yönetiminin öncülleri ve tiranlığın astlar üzerindeki etkilerine dair bir model sunulan "Petty tyranny in organizations" başlıklı makaledir.

Yayınların, 31 farklı WoS kategori başlığı altında yer aldıkları görülmüştür. Şekil 2'de görüleceği üzere, karanlık liderliğe ilişkin çalışmaların 86 yayın ile en fazla yönetim kategorisinde araştırıldığı belirlenmiştir. Yönetim kategorisini 52 yayın ile işletme, 47 yayın ile uygulamalı psikoloji, 31'er yayın ile etik ve psikoloji -disiplinlerarası- kategorileri takip etmektedir. Ağırlıklı olarak çalışmaların yönetim, işletme ve psikoloji üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.



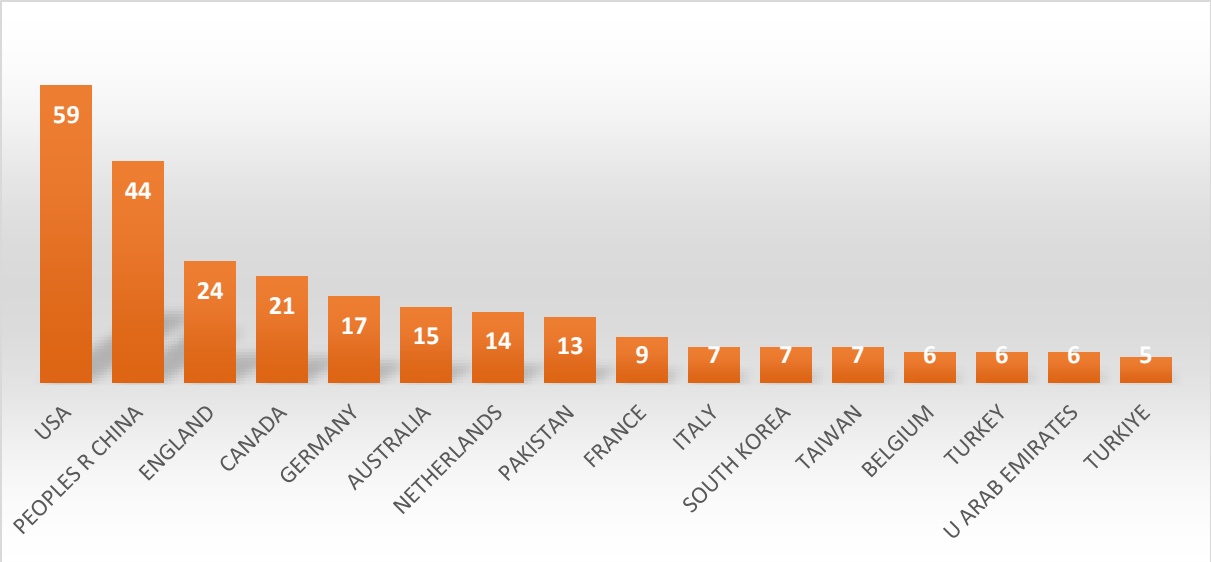
Şekil 2. WoS kategori dağılımı (ilk 7 kategori)

Yayınevlerine göre yapılan incelemede toplam 29 yayıncının listelendiği ve 43 makalenin Springer Nature, 26 makalenin Emerald Group Publishing, 24 makalenin Sage, 23 makalenin Elsevier, 20 makalenin Wiley, 17 makalenin Frontiers Media Sa, 16 makalenin Taylor & Francis, yayınevleri üzerinden yayınlandığı ve bu yayınların toplam makalelerin %79,72'sine karşılık geldiği tespit edilmiştir (Şekil 3). En fazla çalışma yayınlayan dergilerin ise 28 makale ile Journal of Business Ethics ve 17 makale ile Frontiers in Psychology olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Yayınevlerine göre dağılım

Karanlık liderliğe ilişkin makalelerin yazarları ülkeler bağlamında incelendiğinde en çok makale üretilen ülkelerin sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (n=59), Çin Halk Cumhuriyeti (n=44) ve İngiltere (n=24) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'nin karanlık liderlik konusunda 11 makale (281 atıf) ile alana katkı sağladığı görülmüştür (Şekil 4).



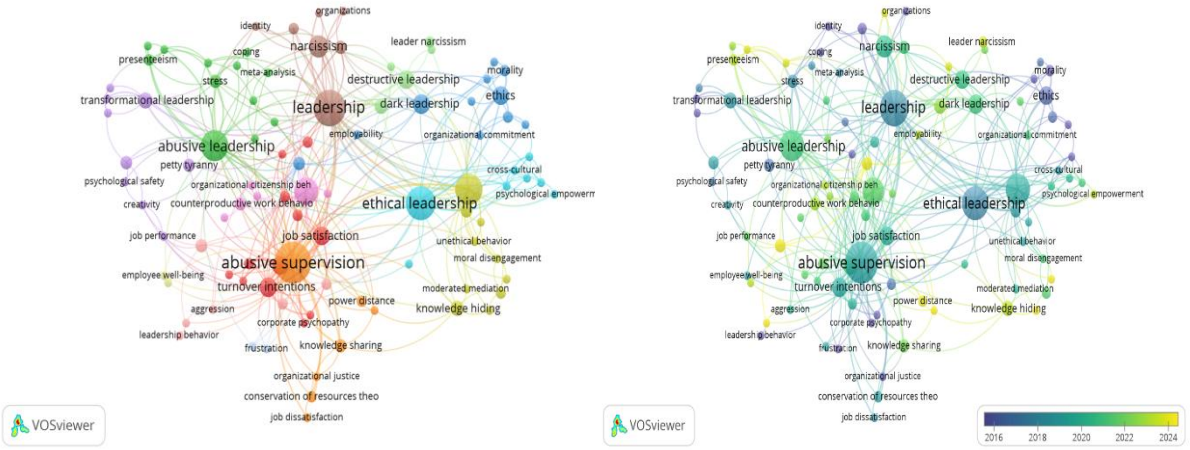
Şekil 4. Ülkelere göre dağılım

WoS veri tabanında yer alan makalelerde karanlık liderlik ile ilişkilendirilen diğer kavramları tespit etmek üzere VOSviewer programı kullanılarak "yazar anahtar kelimeleri (author keywords)" analizi yürütülmüştür. Yapılan analizde toplam 611 anahtar kelime tespit edilmiş ve 98 anahtar kelimenin ise en az 2 kez kullanıldığı belirlenmiştir. 5 kez ve üzeri kullanılan anahtar kelimelerin yer aldığı liste Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 1. Anahtar kelime dağılımı

Anahtar Kelime	Görülme Sayısı	Toplam Bağlantı Gücü
Tacizkâr Gözetim (abusive supervision)	39	46
Liderlik (leadership)	29	37
Etik Liderlik (ethical leadership)	25	21
Tacizkâr Liderlik (abusive leadership)	21	22
Etik Dışı Liderlik (unethical leadership)	21	22
Narsistik Liderlik (narcissistic leadership)	17	16
Narsisizm (narcissism)	11	16
İşten Ayrılma Niyeti (turnover intentions)	9	16
Karanlık Liderlik (dark leadership)	9	9
Duygusal Tükenme (emotional exhaustion)	8	14
Etik (ethics)	8	12
İş Tatmini (job satisfaction)	8	12
Yıkıcı Liderlik (destructive leadership)	8	9
Dönüşümcü Liderlik (transformational leadership)	6	8
Toksik Liderlik (toxic leadership)	5	11
Bilgi Saklama (knowledge hiding)	5	6

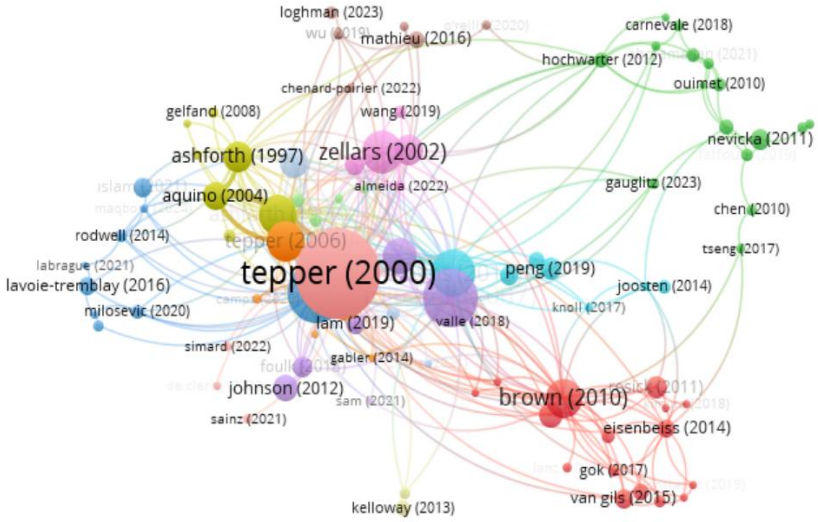
İnceleme sonucunda, karanlık liderlik konulu çalışmalarda "tacizkâr gözetim (abusive supervision)" 39 kez, "liderlik (leadership)" 29 kez, "etik liderlik (ethical leadership)" 21 kez, "etik dışı liderlik (unethical leadership)" 21 kez yer alarak en fazla kullanılan anahtar kelimeler oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, narsistik liderlik (narcissistic leadership), karanlık liderlik (dark leadership), yıkıcı liderlik (destructive leadership), toksik liderlik (toxic leadership) anahtar kelimelerinin de çalışmalarda sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Yazar anahtar kelimelerine göre oluşturulan ağ haritası ve anahtar kelimelerin zamansal eğilimini gösteren ağ haritası Şekil 5.'da verilmiştir.



Şekil 5. Anahtar kelime ağ haritası ve anahtar kelimelerin zamansal eğilimi ağ haritası

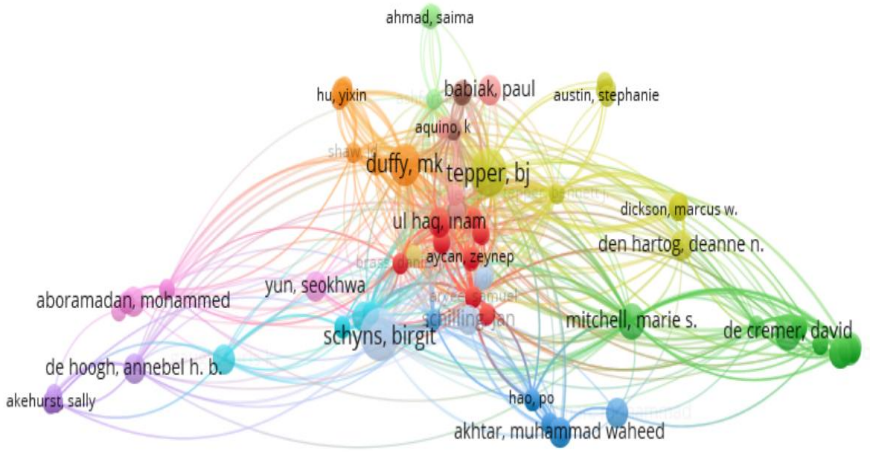
Zamansal eğilim ağ haritası incelendiğinde, günümüze yaklaştıkça bilgi saklama, güç mesafesi, işten ayrılma niyeti, lider narsisizmi, sömürücü liderlik, negatif etki, karanlık üçlü, işgören çıktıları, örgütsel destek gibi anahtar kelimelerin kullanıldığı göze çarpmaktadır.

En çok alıntılanan ve bağlantı sayısı en yüksek olan karanlık liderlik çalışmalarını belirlemek üzere "atıf – çalışma" bağlamında analiz gerçekleştirilmiş ve en az 20 atıf olarak eşik oluşturulmuştur. 212 çalışmadan 102'sinin belirlenen kriteri karşıladığı ve 93'ünün ilişkili bir set oluşturduğu görülmüştür. Yapılan incelemede en fazla alıntılanan çalışma Tepper (2000) tarafından kaleme alınan Academy of Management Journal dergisinde yayınlanan "Consequences of abusive supervision" başlıklı makale, adalet teorisinden yola çıkarak, kötü niyetli amir davranışının sonuçlarını incelemekte ve 2462 atıf alarak listede birinci sırada bulunmaktadır. Çalışmalar bağlamında atıf analizi ağ haritası Şekil 6.'da verilmektedir.



Şekil 6. Çalışmalar bağlamında atıf analizi ağ haritası

Makaleleri en fazla alıntılanan yazarları belirlemek üzere "atıf – yazar" bağlamında yapılan analizde, en az 50 atıf eşik değeri belirlenmiş ve 154 yazarın eşik değeri karşıladığı ve 136'sının ilişkili bir set oluşturduğu görülmüştür. İnceleme sonucunda, Tepper, B.J.'nin 6 makalesine toplam 5.365 atıf, Duffy, M.K.'nin 4 makalesine 1.689 atıf ve Mitchell, M.S.'nin 2 makalesine 1.622 atıf alarak karanlık liderlik konusunda en çok alıntılanan yazarlar oldukları belirlenmiştir. Yazarlar bağlamında atıf analizi ağ haritası Şekil 7.'de verilmiştir.



Şekil 7. Yazarlar bağlamında atıf analizi ağ haritası

SONUÇ

Bibliyometrik analizler, bilgi yığınları halindeki çalışmaları belirli kategoriler altında tasnif ederek, söz konusu araştırma alanında araştırmacılara alandaki boşlukları belirleme ve gelecekteki araştırmalar için öngörü sağlama noktasında yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, karanlık liderlik üzerine gerçekleştirilen araştırmaların genel yapısını ortaya koymak amacıyla, WoS veri tabanından elde edilen veriler bibliyometrik yöntemlerle ve VOSviewer yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışma, 1994-2025 yılları arasında WoS veri tabanında yayınlanan toplam 212 makale üzerinden gerçekleştirilmiştir. Karanlık liderlik kavramını konu alan, WoS veri tabanında yayınlanan ilk makalenin 1994 yılını göstermesine rağmen, özellikle 2018 yılından itibaren yayın sayısında belirgin bir artış olduğu ve 2025 yılında –çalışmanın yapıldığı tarihe kadar- yayınlanan 23 makale doğrultusunda ilginin artarak devam ettiği belirlenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda, çalışmaların toplam 631 yazar tarafından kaleme alındığı; en fazla yayının 86 makale ile "Yönetim" kategorisinde üretildiği; en fazla çalışma yayınlayan derginin 28 makale ile Journal of Business Ethics ve 17 makale ile Frontiers in Psychology olduğu; en fazla çalışma yapılan ülkenin 59 makale ile Amerika Birleşik Devletleri olduğu ve Türkiye'nin karanlık liderlik konusunda 11 makale (281 atıf) ile alana katkı sağladığı tespit edilmiştir. Türkiye bağlamında liderliğin karanlık yönlerine ilişkin alanın, gelişime açık olduğu görülmektedir.

Karanlık liderliğe yönelik çalışmalarda tacizkâr gözetim, etik ve etik dışı liderlik, narsistik liderlik, karanlık liderlik, yıkıcı liderlik, toksik liderlik anahtar kelimeleri öne çıkmakta, son dönemlerde bilgi saklama, güç mesafesi, işten ayrılma niyeti, lider narsisizmi, sömürücü liderlik, negatif etki, karanlık üçlü, işgören çıktıları, örgütsel destek gibi kavramların da araştırıldığı görülmektedir.

Karanlık liderlik hem kendisine, hem çalışanlara hem de örgüte zarar verme potansiyeli nedeni ile araştırmacılara çalışan tutumları ile ilişkisinin genişletilmesi, kültürel bağlamda çalışmalara yönelinmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

Abdullah, M., Ullah, G. W., & Turner, J. (2025). 50 shades of dark green: The nexus of narcissistic leadership and corporate greenwashing. International Review of Financial Analysis, 104, 104220.

Akyay, U. & Gümüştekin, K. (2019). Karanlık liderliğin alt boyutlarının incelenmesi. International Social Sciences Studies Journal, 5(35), 2552-2562.

Ashforth, B. (1994). Petty tyranny in organizations. Human relations, 47(7), 755-778.

Chen, H., Zhang, L., Wang, L., Bao, J., & Zhang, Z. (2024). Multifaceted leaders: The double-edged sword effect of narcissistic leadership on employees' work behavior. Frontiers in Psychology, 14, 1266998.

Horwitz, L. (2000). Narcissistic leadership in psychotherapy groups. International Journal of Group Psychotherapy, 50(2), 219-235.

Reed, G. E., & Bullis, R. C. (2009). The impact of destructive leadership on senior military officers and civilian employees. Armed Forces & Society, 36(1), 5-18.
Schyns, B., & Schilling, J. (2013). How bad are the effects of bad leaders? A meta-analysis of destructive leadership and its outcomes. The leadership quarterly, 24(1), 138-158.
Tepper, B. J. (2000). Consequences of abusive supervision. Academy of Management Journal, 43(2), 178–190. https://doi.org/10.2307/1556375
Tepper, B. J. (2007). Abusive supervision in work organizations: Review synthesis, and research agenda. Journal of Management, 33, 261–289
Tepper, B. J., Duffy, M. K., Henle, C. A., & Lambert, L. S. (2006). Procedural injustice, victim precipitation, and abusive supervision. Personnel Psychology, 59, 101–123

ŞAM'DA SAVAŞ SONRASI BOŞLUKLARIN MAVİ-YEŞİL ALTYAPI VE SOSYAL KAMUSAL MEKÂNLAR OLARAK YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Viddurrahman GANNUM
Karabük Üniversitesi, Safranbolu Başak Cengiz Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 78600 Karabük/Türkiye
ORCID: 0009-0008-9694-161X
Doç. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük Üniversitesi, Safranbolu Başak Cengiz Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,78600 Karabük/Türkiye
ORCID: 0000-0003-2790-6614

ÖZET

Savaş sonrası kentlerde ortaya çıkan fiziksel ve ekolojik yıkım, yalnızca mimari yapı stokunun kaybı değil, aynı zamanda sosyal yaşamın, kolektif hafızanın ve ekolojik altyapıların da çöküşü anlamına gelmektedir. Suriye'nin başkenti Şam'da çatışmalar sonrası oluşan "kentsel boşluklar", hem fiziksel altyapının iflasını hem de toplumsal bağların kopuşunu temsil eden âtıl alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, tahrip olmuş bu alanların yeniden işlevlendirilmesi, sürdürülebilir kentsel kalkınma ve toplumsal iyileşme için kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışma, Şam'daki söz konusu boşluklara müdahale stratejileri geliştirirken uluslararası başarılı modelleri analiz etmektedir. Bu kapsamda, Berlin'in kent boşluklarını "sosyal hafıza mekanları" ve "topluluk bahçeleri" ile iyileştiren onarım stratejileri ile Rotterdam'ın iklim adaptasyonunu sağlayan yenilikçi "Mavi-Yeşil Altyapı" modelleri incelenmiştir. Makale, bu modern ve "kamusal" müdahale biçimlerinin, Şam'ın geleneksel, mahremiyet esaslı ve "içe dönük" birer özel alan olan "avlu" ve "bahre" mirası ile nasıl bütünleştirilebileceğini temel bir tasarım sorunsalı olarak ele almaktadır.

Çalışma, bu iki farklı mekânsal yaklaşımı bir araya getirmek amacıyla, yerel mirası modern stratejilerle harmanlayan "Kamusal Ekososyal Avlu" adında hibrit bir kentsel tipoloji önermektedir. Önerilen bu model, geleneksel avlunun mikro-iklimsel konfor sağlayan yapısını kamusal kullanıma açarak, savaş boşluklarını hem yağmur suyu yönetimi sağlayan ekolojik bir altyapıya hem de toplumsal etkileşim alanına dönüştürmeyi hedeflemektedir. Sonuç olarak bu yaklaşım, Şam'ın kültürel köklerinden güç alarak ekosistem hizmetlerini onaran ve toplumsal dayanışmayı güçlendiren bütüncül bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Şam, Mavi-Yeşil Altyapı, Kentsel Boşluk, Savaş Sonrası Yeniden Yapılanma, Hafıza Mekânları, Sosyal Dirençlilik.

A STUDY ON REPURPOSING POST-WAR VOIDS IN DAMASCUS AS BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE AND SOCIAL PUBLIC SPACES

ABSTRACT

The physical and ecological destruction emerging in post-war cities signifies not only the loss of architectural building stock but also the collapse of social life, collective memory, and ecological infrastructures. In Damascus, the capital of Syria, the "urban voids" formed after conflicts stand out as vacant spaces representing both the failure of physical infrastructure and the severing of social ties. In this context, the repurposing of these devastated areas has become a critical necessity for sustainable urban development and social recovery.

This study analyzes successful international models while developing intervention strategies for the voids in question in Damascus. Within this scope, Berlin's remediation strategies that heal urban voids through "social memory spaces" and "community gardens," and Rotterdam's innovative " Blue-Green Infrastructure" models that ensure climate adaptation, have been examined. The article addresses how these modern and "public" forms of intervention can be integrated with Damascus's heritage of the "courtyard" and "bahra" as a fundamental design problematic.

To synthesize these two distinct spatial approaches, the study proposes a hybrid urban typology named the "Public Eco-social Courtyard," which blends local heritage with modern strategies. By opening the traditional courtyard's structure to public use, this proposed model aims to transform war voids into both an ecological infrastructure that provides rainwater management and a space for social interaction. Consequently, this approach offers a holistic solution that restores ecosystem services and strengthens social solidarity by drawing strength from Damascus's cultural roots.

Keywords: Damascus, Blue-Green Infrastructure, Urban Void, Post-War Reconstruction, Memory Spaces, Social Resilience.

1. GİRİŞ

Savaşlar, kentlerin fiziksel, sosyal ve ekolojik dokularında derin ve kalıcı izler bırakır (Charlesworth, 2006). Yıkım, altyapı çöküşü ve göçler, kent mekânında "boşluklar" yaratır; bu alanlar sadece fiziksel bir atıllığı değil, zayıflayan toplumsal bağları ve travmatik hafızayı da temsil eder (Bašić, 2018). Bu bağlamda, savaş sonrası yeniden inşa, teknik bir onarımdan ziyade, toplumsal barışı, kolektif kimliği ve ekolojik sağlığı yeniden tesis eden bütüncül bir eylem alanıdır (UN-Habitat, 2021). Literatür, bu süreçte kamusal mekânların toplumsal uzlaşma için kritik bir platform sunduğunu vurgulamaktadır (Ilija, 2021).

Yirmi birinci yüzyılda, bu sosyal onarım zorunluluğu, iklim değişikliğinin getirdiği ek baskılarla kesişmektedir (Matthews vd., 2015). Bu noktada, "yeşil ve mavi altyapı", doğa temelli çözümlerle (Ahern, 2011) hem ekolojik dirençliliği artıran hem de yüksek kaliteli kamusal mekânlar yaratarak (Meerow & Newell, 2017) toplumsal refahı destekleyen bütünleşmiş bir çözüm sunar. Bu durum, kriz sonrası kentler için "ekososyal" bir yaklaşımı, yani ekolojik ve sosyal onarımı eş zamanlı ele alan bir stratejiyi gündeme getirir.

Bu "ekososyal" zorunluluk, özellikle son yirmi yılda yoğun çatışmalara sahne olan ve iklimsel açıdan kırılgan olan Orta Doğu coğrafyası için kritik bir önem taşımaktadır. Irak, Yemen ve Suriye'deki kentler, tarihsel dokularının büyük yara aldığı ve ekolojik baskıların (kuraklık, su kıtlığı) yoğunlaştığı karmaşık yeniden yapılanma sorunlarıyla karşı karşıyadır (Alnsour & Meaton, 2020). Bu bölgedeki yeniden yapılanma çabaları, sadece fiziksel restorasyonu değil, aynı zamanda iklime duyarlı ve toplumsal bağları güçlendirici stratejileri de içermek zorundadır.

İşte Suriye'nin başkenti Şam, bu bölgesel krizin ve "ekososyal" zorunluluğun kesişim noktasında duran karmaşık bir örnektir. Savaş, kentin dokusunda ciddi fiziksel ve sosyal boşluklar yaratmıştır (Gharib, 2020). Ancak bu boşluklar, Şam'ın kendine özgü geleneksel kentsel modelinden (içe dönük avlular, su öğeleri, mahalle odaklı ortak alanlar) ilham almak için bir potansiyel sunar. Bu geleneksel model, tarihsel olarak hem sosyal dayanışmayı güçlendiren hem de kurak iklimde mikro-iklimsel konfor sağlayan bir yapıya sahiptir (Al-Houdi, 2017).

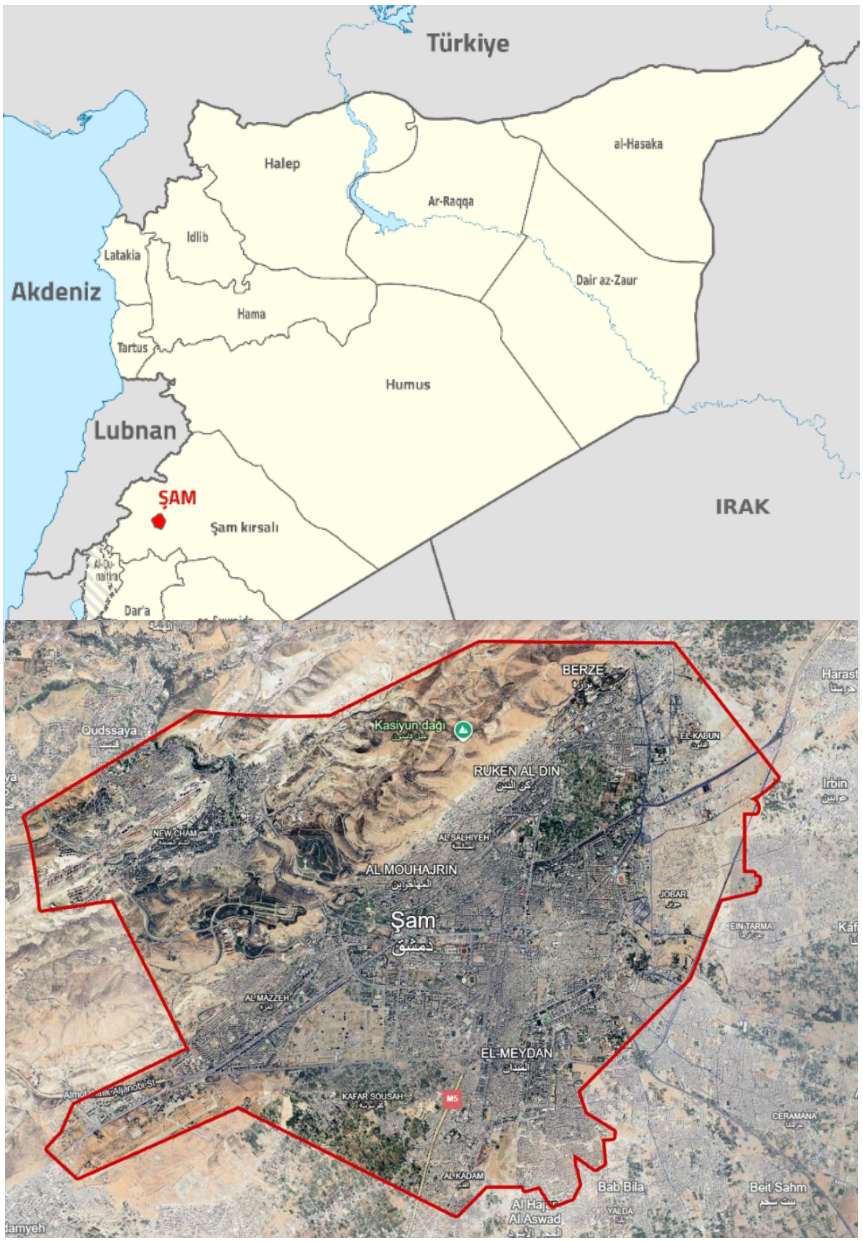
Bu çalışmada, literatürdeki bir boşluğa yanıt aranarak şu temel soru sorulmaktadır: Şam'da savaş sonrası boşluklar, kentin geleneksel avlu ve su mimarisinden ilham alarak, nasıl hem ekolojik sistemleri onaracak hem de toplumsal dayanışmayı ve hafızayı güçlendirecek şekilde dönüştürülebilir? Makale, Berlin ve Rotterdam gibi trend kentlerdeki uygulamalardan dersler çıkararak, Şam'ın özgün kültürel ve ekolojik bağlamına uygun "ekososyal" bir yeniden işlevlendirme modelini tartışmayı ve uygulamacılara bir model sunmayı amaçlamaktadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Kentsel Miras Bağlamında Çalışma Alanının Tanımlanması

Dünyanın en eski sürekli yerleşim yerlerinden biri olarak kabul edilen Şam (Damascus), insanlık tarihinin en kadim kentsel merkezlerinden biridir. Arkeolojik bulgular, kentin yerleşim geçmişinin M.Ö. 8. binyıla kadar uzandığını göstermektedir (Burns, 2005). Tarih boyunca Aramiler, Romalılar, Bizanslılar ve Emeviler gibi farklı uygarlıklara ev sahipliği yapmış olan Şam, bu katmanlı geçmişin izlerini günümüze kadar taşımaktadır. Özellikle Emevi Dönemi (7.–8. yüzyıl), kentin İslam dünyasının önemli kültürel ve idari merkezlerinden biri haline geldiği

bir dönem olarak öne çıkar. Şekil 1 ve Şekil 2'de çalışma alanının konumu görülmektedir. Emevî döneminin ardından Şam, özellikle Eyyûbîler (12.–13. yüzyıl) sürecinde Haçlı Seferleri bağlamında stratejik bir merkez olarak yeniden önem kazanmış; medrese, zaviye ve vakıf yapıları üzerinden kentsel-kamusal ağını güçlendiren bir dönüşüm yaşamıştır. Daha sonraki Memlûk döneminde anıtsal dini-sivil mimari üretim ve vakıf sistemi kentsel dokuya güçlü biçimde yansımış; çarşı omurgası ve mahalle örgütlenmesi pekişmiştir (Burns, 2005; Lapidus, 2014). Osmanlı hâkimiyeti (1516–1918) ile Şam hem bölgesel idare merkezi hem de Hac yolu güzergâhının ana duraklarından biri olarak işlev görmüş; bu konum, hanlar, imaretler ve su yapıları gibi altyapı yatırımlarıyla kentsel sürekliliği desteklemiştir (Rafeq, 2006).



Şekil 2 Şam haritası (URL-2)

2.2. Geleneksel Şam Konut Tipolojisi

Kentin geleneksel dokusunun temelini, kurak iklim koşullarına ve mahremiyet odaklı sosyal yaşama yanıt veren "avlu" sistemi oluşturur. Geleneksel Şam evlerinde yaşam, dışa kapalı cephelerin ardında, merkezi bir avlu etrafında organize olur. Bu avlular, "Bahre" adı verilen merkezi su havuzları ve bitki örtüsü sayesinde, sadece bir sosyal toplanma mekânı değil, aynı zamanda pasif iklimlendirme sağlayan birer ekolojik araç olarak işlev görmüştür. Bu yapı, kentin yerel "ekososyal" modelinin temelini oluşturur.



Şekil 3 Geleneksel Şam Evlerin Avlusu ve Su Öğesi (Bahre) (URL-1)

2.3. Savaş Sonrası Kentsel Boşlukların Oluşumu ve Çok Boyutlu Etkileri

Yakın dönemde, 2011 sonrası savaş süreci Şam'ın kentsel yapısında derin tahribatlar yaratmıştır. Özellikle Doğu Guta ve benzeri çeper alanlarda yoğun bombardımanlar sonucu konut dokusu, altyapı ve kamusal alanlar büyük ölçüde yok olmuştur (Gharib, 2020). Ortaya çıkan bu "kentsel boşluklar", yalnızca fiziksel yıkımın değil; aynı zamanda çöken su ve kanalizasyon altyapısının (UN-Habitat, 2021) ve yerinden edilen nüfusun yarattığı sosyal kopuklukların da göstergesidir. Bu alanlar, savaş sonrası dönemde hem çevresel risklerin hem de toplumsal iyileşme gereksinimlerinin yoğunlaştığı bölgeler haline gelmiştir. Dolayısıyla, Şam'daki bu boşlukların yeniden işlevlendirilmesi, sadece fiziksel onarım değil; ekolojik, sosyal ve altyapısal bütünlük açısından da kritik bir fırsat alanı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4 Savaş öncesi Jobar ilçesi, Şam 2023 (URL-2)

Şekil 5 Savaş sonrası Jobar ilçesi, Şam 2023 (URL-2)



Şekil 6 Savaş sonrası Al-Qabun ilçesi, Şam 2025 (URL-3)

2.4. Emsal Analizi: Uluslararası ve Yerel Precedent İncelemesi

İkincil Materyal kapsamında Şam'daki bu "ekososyal" boşluklara yönelik strateji geliştirmek amacıyla iki uluslararası ve bir yerel emsal (precedent) analiz edilmiştir:

- Berlin (Almanya): Savaş ve bölünme sonrası ortaya çıkan kentsel boşlukların, hafıza mekânları ve "topluluk bahçeleri" aracılığıyla sosyal onarımı.
- Rotterdam (Hollanda): İklim adaptasyonu hedefiyle yeşil-mavi altyapının ve yenilikçi su yönetiminin kentsel mekâna entegrasyonu.

2.5. METOT: Şam'daki Ekososyal Boşlukların Literatür Temelli Karşılaştırmalı İncelemesi

Bu çalışmanın metodu, ilgili literatürün taranmasına ve analizine dayanmaktadır. Bu kapsamda, birincil vaka alanı olan Şam'daki "ekososyal" boşlukların mevcut durumu ve tarihsel modeli, ikincil emsaller olan Berlin (sosyal hafıza) ve Rotterdam (ekolojik YMA) vakalarıyla literatür üzerinden karşılaştırılmıştır. Araştırmanın amacı, bu karşılaştırmalı sentezden yola çıkarak Şam'a özgü "ekososyal" bir yeniden işlevlendirme modeli önermektir.

2.6. Sosyal Emsal Örneği: Berlin (Hafıza Mekânları ve Toplukluk Bahçeleri)

Berlin, II. Dünya Savaşı'ndaki yıkımın ve ardından gelen fiziksel bölünmenin (Berlin Duvarı) kent dokusunda yarattığı derin "boşluklar" ile başa çıkma stratejileri konusunda adeta bir kentsel laboratuvar işlevi görmüştür. Berlin'in deneyimi, travmatik boşlukların sadece fiziksel olarak doldurulması gereken alanlar olmadığını, aynı zamanda kentin sosyal ve kolektif hafızası için kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Berlin'in en radikal ve başarılı stratejilerinden biri, bazı travmatik boşlukları kasıtlı olarak "inşa-etmemek" (non-building) olmuştur. Bunun en somut örneği, eski Gestapo karargahının bulunduğu alanda geliştirilen "Topography of Terror" (Terörün Topoğrafyası) anıtıdır. Bu projede, mevcut boşluk doldurulmamış, aksine, geçmişin kanıtlarını (eski hücre kalıntıları) ortaya çıkarmak için kazılmıştır (Brenner, 2021). Boşluk, kentsel bir "yara" olarak korunmuş ve açık hava müzesine dönüştürülmüştür. Bu yaklaşım, boşluğun kendisini bir "anlatı aracı" olarak kullanarak toplumsal yüzleşmeyi ve iyileşmeyi sağlar; fiziksel boşluk, sosyal ve tarihsel bir "doluluğa" kavuşur (Kramer, 2019).



Şekil 7 Topography of Terror, Berlin (URL-4)

Berlin Duvarı'nın yıkılması, kentin merkezinde devasa, sahipsiz ve tanımsız boşluklar yaratmıştır. Bu alanlar, devletin "yukarıdan-aşağıya" (top-down) planları gecikirken, sivil toplum ve sanatçılar tarafından "aşağıdan-yukarıya" (bottom-up) bir anlayışla "geçici kullanımlara" (Temporary Use) açılmıştır (Schmidt, 2019). Bu geçici kullanımlar âtıl alanlara hızla yeni bir kimlik ve sosyal enerji kazandırmıştır. En başarılı ve kalıcı hale gelen geçici kullanım biçimi ise "topluluk bahçeleri olmuştur. Örneğin, Kreuzberg'de âtıl bir alana kurulan "Prinzessinnengarten" (Prenseslerin Bahçesi), bir parktan öte, mobil (taşınabilir) kasalarda tarım yapılan, katılımcı ve üretken bir sosyal alandır (Müller, 2022). Bu tür projeler, âtıl alanları sosyal merkezlere dönüştürerek topluluk bağlarını yeniden kurmuştur.



Şekil 8 Prinzessinnengarten, Berlin (URL-5)

2.7. Ekolojik Emsal örneği: Rotterdam (Su Yönetimi ve Yeşil-Mavi Altyapı)

Rotterdam'ın kentsel mücadelesi savaşla değil, doğayla ilgilidir. Deniz seviyesinin altında yer alan bir delta kenti olarak, iklim değişikliğinin getirdiği yoğun yağışlar ve taşkın riskleriyle karşı karşıyadır. Kentin bu soruna yanıtı, "ekolojik" altyapıyı "sosyal" altyapıyla birleştiren yenilikçi Yeşil-Mavi Altyapı uygulamaları olmuştur. Rotterdam, "suyu dışarıda tutan" geleneksel savunmacı altyapıdan, "suyu kentin içinde yöneten" proaktif bir modele geçmiştir. Bu modelin sloganı "Su ile Yaşamak"tır (Living with Water) (De Graaf, 2020). Amaç, suyu bir "sorun" olarak görüp yeraltına gömmek değil, onu kentsel tasarımın görünür, estetik ve işlevsel bir "öğesi" haline getirmektir (Waggonner & Meyer, 2021).

Bu yeni paradigmanın en ünlü örneği, "Waterplein Benthemplein" (Benthemplein Su Meydanı)'dır. Bu proje, "altyapısal" ihtiyacı "sosyal" bir işleve dönüştürmüştür. Meydan, kurak zamanlarda üç farklı kotta tasarlanmış bir toplanma, spor (basketbol sahası) ve rekreasyon alanı olarak çalışır. Yoğun yağış sırasında ise bu üç kot sırayla dolarak, 1.7 milyon litre yağmur suyunu geçici olarak depolar. Su, kanalizasyon sistemine yüklenmek yerine burada tutulur ve yavaşça sisteme veya yeraltına salınır (van Es, 2022). Bu sayede, maliyeti yüksek olan iklim

altyapısı, yılın geri kalanında âtıl kalmak yerine, mahalle için aktif bir sosyal donatıya dönüşür (Jacobs, 2023).



Şekil 9 Waterplein Benthemplein, Rotterdam, Kurak halde (URL-6)



Şekil 10 Waterplein Benthemplein, Rotterdam, Yağışlı halde (URL-6)

2.8. Geleneksel Emsal örneği: Geleneksel Şam Modeli (Avlu ve Bahre)

Analizin üçüncü bileşeni, Şam'ın kendi yerel mirasına dayanan geleneksel konut ve mahalle örgütlenmesidir. Geleneksel Şam dokusunda sosyal ilişkiler, çoğunlukla bir çıkmaz sokak çevresinde kümelenen ve "Hāra" (mahalle) olarak tanımlanan yerleşim birimleri üzerinden kurulur; bu örgütlenme, gündelik komşuluk etkileşimlerini ve kolektif yaşam pratiklerini destekleyen bir ara-ölçek üretir (Jabi, 2018). Bununla birlikte modelin "ekososyal" çekirdeğini, konutun merkezinde yer alan avlu ve avlu içindeki "Bahre" (su havuzu) bileşeni oluşturur. Avlu, mahremiyet odaklı yaşam kurgusu içinde ailenin özel sosyal mekânı olarak işlev görürken, Bahre'nin bitki örtüsüyle birlikte çalışması buharlaşma yoluyla serinletme etkisi yaratarak pasif iklimlendirme performansını artırır (Hâkim, 2021).

Ayrıca, yüksek termal kütleye sahip taş duvarlar ve gölgelenme koşulları, avlu içinde daha dengeli bir mikroiklim üretir; bu durum dış sokak ortamına kıyasla daha konforlu bir iç-dış ara mekân oluşmasına katkı sağlar (Al-Houdi, 2017). Bu yerel model, savaş sonrası ortaya çıkan kentsel boşlukların yeniden işlevlendirilmesinde, mavi-yeşil altyapı bileşenlerinin sosyal-kamusal programlarla birlikte kurgulanmasına yönelik, bağlamsal ve kültürel olarak uyarlanabilir bir referans çerçevesi sunmaktadır (Jabi, 2018; Hâkim, 2021).



Şekil 11 Geleneksel Şam evi (URL-1)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Suriye'nin başkenti Şam'da savaşın yarattığı kentsel boşluklar (voids), sadece fiziksel bir yıkımı değil, aynı zamanda derin sosyal ve ekolojik kırılmaları da temsil etmektedir. Bu atıl alanlar, kentin sosyal dokusunu zayıflatmakta ve çöken altyapı (UNICEF, 2017) nedeniyle iklimsel riskleri artırmaktadır. Bu çalışma, bu "ekososyal" boşluklara müdahale etmek için Berlin (sosyal emsal) ve Rotterdam (ekolojik emsal) vakalarını, Şam'ın geleneksel "avlu" mimarisi (Al-Houdi, 2017) ile karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir. Temel bulgu, modern, "kamusal" ve "dışa dönük" emsaller (Müller, 2022; Jacobs, 2023) ile Şam'ın "özel" ve "içe dönük" yerel mirası arasında güçlü bir sentez potansiyeli olduğudur. Bu potansiyeli tasarımsal ve yönetsel araçlarla görünür kılmak, kentin kimliğini koruyarak iyileşmesi için kritik önem taşımaktadır. Şam il merkezindeki bu âtıl savaş boşluklarının yeniden işlevlendirilmesinde, "ekososyal" bir yaklaşımdan ve yerel mirasın (avlu/bahre) yeniden yorumlanmasından yola çıkılarak aşağıdaki iyileştirmeler öneri olarak sunulabilir:

- Savaş boşlukları, Berlin örneğindeki gibi (Müller, 2022), "topluluk bahçelerine" dönüştürülerek sosyal aktivasyon merkezi olarak kullanılabilir ve yerel halkın katılımı güçlendirebilir.

- Geleneksel "Bahre" (su havuzu) fikri, Rotterdam'daki "Waterplein" (Jacobs, 2023) gibi çok işlevli, "kamusal" bir Yeşil-Mavi Altyapı havzasına dönüştürülebilir. Bu havzalar, yağmur suyunu toplamalı (ekolojik) ve kurak zamanda sosyal alan olarak hizmet edebilir (sosyal).

- Bazı stratejik boşluklar, "hafıza avlusu" (memory courtyard) olarak tasarlanmalı ve Berlin'deki "Topography of Terror" (Kramer, 2019) örneğinden ilhamla toplumsal yüzleşme ve iyileşme sürecine katkı sunabilir.
- Tüm bu müdahaleler, Şam'ın yerel "avlu" mimarisinin pasif iklimlendirme (serinletme) (Hâkim, 2021) ve sosyal toplanma prensiplerini (Jabi, 2018) kamusal alana taşıyabilir.

Sonuç olarak, Şam'da yer alan bu kentsel boşluklar, birer 'sorun' alanı olmaktan çok, kentin 'ekososyal' direncini artırmak için birer 'fırsat' alanı olarak değerlendirilebilir. Bu "Kamusal Ekososyal Avlu" modelinin uygulanması, gelecek kuşaklara aktarılacak kültürel mirasın (avlu) sürdürülebilirliği için kritik bir adımdır ve aynı zamanda kentin hem toplumsal (social) hem de ekolojik (ecological) olarak iyileşmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. Landscape and Urban Planning, 100(4), 341–343.
Al-Houdi, D. (2017). The traditional courtyard house of Damascus: An analytical study of its environmental and social aspects. International Journal of Architectural Research: Archi-Net, 11(1), 268-283.
Alnsour, J., & Meaton, J. (2020). Post-conflict urban reconstruction: The case of Syria. Habitat International, 103, 102215.
Bašić, S. (2018). The phenomenon of urban voids in post-war urban regeneration: The case of Mostar, Bosnia and Herzegovina. Journal of Urban Design, 23(4), 549-567.
Burns, R. (2005). Damascus: A History. Routledge.
Charlesworth, E. (2006). Architectural Design after War: Rebuilding Communities. Routledge.
Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, 12(7), 525–542.
Gharib, R. (2020). Urban voids and post-war reconstruction in Damascus. Frontiers of Architectural Research, 9(3), 415–430.
Ilija, S. (2021). The role of public space in post-conflict reconciliation and integration: A case study of Mostar, Bosnia and Herzegovina. Journal of Contemporary European Studies, 29(1), 104-118.
Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. Landscape and Urban Planning, 138, 155-163.
Lapidus, I. M. (2014). A history of Islamic societies (3rd ed.). Cambridge University Press.
Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. Landscape and Urban Planning, 159, 62–75.
UNICEF. (2017). Whole of Syria: Water, sanitation and hygiene (WASH) humanitarian update – 2017. United Nations Children’s Fund.
UN-Habitat. (2021). Post-conflict reconstruction and urban recovery framework. United Nations Human Settlements Programme.
Brenner, F. (2021). The Politics of the Void: Memory and Meaning in Post-War Berlin. Urban Studies Press.
De Graaf, R. (2020). Rotterdam Climate Proof: A Paradigm Shift in Urban Adaptation. Journal of Climate Resilience and Planning, 12(1), 45-62.
Hâkim, R. S. (2021). The Microclimatic Performance of the Traditional Arab Courtyard. Sustainable Design and Architecture, 33(4), 789-805.
Jacobs, T. (2023). Multifunctional Green-Blue Infrastructure: A Review of Rotterdam's Integrated Approach. Journal of Environmental Management, 201, 113745.

Jabi, F. (2018). Socio-spatial Structures in the Old City of Damascus: The 'Hāra' as a Social Unit. Middle Eastern Studies, 54(2), 234-250.
Kramer, A. (2019). Berlin's Topography of Terror: Architecture as Narrative. Journal of Architectural Education, 73(2), 148-159.
Müller, K. (2022). Urban Gardening as Social Infrastructure: The Case of Prinzessinnengarten.
Rafeq, A.-K. (2006). Damascus and its countryside in the Ottoman period. In M. Winter & A. Levanoni (Eds.), The Mamluks in Egyptian and Syrian politics and society (pp. 309–330). Brill.
Schmidt, L. (2019). Temporary Uses and Urban Regeneration in Berlin: From Subculture to Planning Strategy. European Planning Studies, 27(10), 1934-1952.
Van Es, H. (2022). Designing for Duality: The Case of the Waterplein Benthemplein. Landscape Architecture and Urban Planning, 115, 22-34.
Waggonner, D., & Meyer, H. (2021). Living with Water: The Dutch Model for Resilient Cities.
URL-1 https://commons.wikimedia.org
URL-2 https://earth.google.com
URL-3 https://www.gettyimages.com
URL-4 https://www.architectural-review.com
URL-5 https://urbanpoliticalecologyblog.wordpress.com
URL-6 https://www.urbanisten.nl

ANAYASAL SINIRLAR KAPSAMINDA DEVLETİN DİJİTAL GÖZETİMİ

Aleyna AKDOĞAN
ORCID ID: 0009-0002-9449-0583

ÖZET

Dijitalleşmenin hız kazandığı çağımızda bilgi üretimi, paylaşımı ve işlenmesi büyük ölçüde dijital mecralar üzerinden gerçekleşmekte; bu dönüşüm devletlerin bireyler hakkında veri toplama ve gözetim kapasitesini benzeri görülmemiş ölçüde artırmaktadır. Özellikle büyük veri teknolojileri, yapay zekâ uygulamaları ve elektronik haberleşme araçları aracılığıyla yürütülen izleme faaliyetleri, kamu düzeni ve ulusal güvenliğin sağlanması gerekçeleriyle giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu gelişmeler, bireyin özel hayatının gizliliği, haberleşme hürriyeti ve kişisel verilerin korunması gibi temel hak ve özgürlükler bakımından ciddi anayasal tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

Dijital gözetim uygulamaları, bir yandan devletin güvenliği sağlama yükümlülüğünün bir aracı olarak görülürken, diğer yandan hukuk devleti ilkesini zedeleme potansiyeli taşıyan müdahaleler olarak değerlendirilmekte ve özgürlük–güvenlik dengesi bakımından sınırlarının net biçimde çizilmesini zorunlu kılmaktadır. Gözetim yetkisinin kapsamı, bu yetkinin hangi usullerle kullanılacağı ve hangi denetim mekanizmalarına tabi olacağı soruları, anayasal hukuk açısından merkezi bir öneme sahiptir. Özellikle dijital teknolojiler yoluyla gerçekleştirilen sürekli ve kitlesel gözetim faaliyetleri, klasik gözetim anlayışından farklı olarak, daha yoğun ve yaygın bir hak ihlali riski doğurmaktadır.

Bu çalışmada dijital gözetim olgusu, anayasal sınırlar perspektifinden ele alınarak devletin güvenlik politikaları ile bireyin temel hak ve özgürlükleri arasında kurulması gereken denge incelenmektedir. Çalışma kapsamında Türkiye'deki anayasal çerçeve, Anayasa Mahkemesi ve ceza yargısı kararları ışığında değerlendirilmekte; ayrıca Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihatları ile Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri hukukundaki düzenlemeler karşılaştırmalı olarak analiz edilmektedir. Böylece dijital gözetimin demokratik bir hukuk devletinde hangi anayasal güvencelere bağlı olarak yürütülmesi gerektiği ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Gözetim, Anayasal Sınırlama, Yargısal Denetim, AİHM.

ABSTRACT

In today's rapidly digitalizing world, the production, sharing, and processing of information are largely carried out through digital platforms; this transformation has increased states' capacity to collect data and conduct surveillance over individuals to an unprecedented extent. In particular, monitoring activities carried out through big data technologies, artificial intelligence

applications, and electronic communication tools have become increasingly widespread on the grounds of ensuring public order and national security. However, these developments have also given rise to serious constitutional debates with regard to fundamental rights and freedoms such as the right to respect for private life, freedom of communication, and the protection of personal data.

While digital surveillance practices are regarded, on the one hand, as an instrument of the state's obligation to ensure security, on the other hand, they are also considered potential interventions that may undermine the principle of the rule of law. This dual character renders it necessary to clearly define the limits of surveillance in terms of the balance between freedom and security. The scope of surveillance powers, the procedures governing their exercise, and the judicial review mechanisms to which they are subject constitute issues of central importance from the perspective of constitutional law. In particular, continuous and mass surveillance activities carried out through digital technologies pose a more intensive and widespread risk of rights violations compared to traditional forms of surveillance.

This study examines the phenomenon of digital surveillance from the perspective of constitutional limits and analyzes the balance that must be established between state security policies and the fundamental rights and freedoms of individuals. Within this framework, the constitutional structure in Türkiye is evaluated in light of the decisions of the Constitutional Court and criminal courts; moreover, the case-law of the European Court of Human Rights, as well as the legal frameworks of the European Union and the United States, are analyzed from a comparative law perspective. Accordingly, the study seeks to reveal the constitutional safeguards upon which digital surveillance must be based in a democratic state governed by the rule of law.

Keywords: Digital Surveillance, Constitutional Limitation, Judicial Review, ECtHR.

GİRİŞ

Dijitalleşmenin ivme kazandığı günümüzde devletlerin güvenlik politikaları, bilgi teknolojilerinin sunduğu imkânlarla yeniden şekillenmiştir. Kamu düzeni, ulusal güvenlik ve suçla mücadele gibi meşru gerekçelerle yürütülen dijital gözetim faaliyetleri, aynı zamanda bireylerin özel hayatına, haberleşme özgürlüğüne ve kişisel verilerinin korunmasına ilişkin ciddi anayasal tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Devletin bilgiye erişim ve gözetim kapasitesinin artması, bireyin mahremiyet alanını daraltma riski taşımakta ve bu durum, anayasal güvencelerin etkinliğini yeniden değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır.

Anayasal düzlemde dijital gözetim, devletin güvenlik görevini yerine getirirken hangi ölçüde temel hak ve özgürlüklere müdahale edebileceği sorusunu gündeme getirir. Bu bağlamda

"ölçülülük", "gereklilik" ve "demokratik toplum düzeninde zorunluluk" ilkeleri, gözetim faaliyetlerinin meşruiyetini belirleyen temel anayasal kriterlerdir. Türkiye'de Anayasa Mahkemesi, dijital gözetim uygulamalarını özel hayatın gizliliği ve haberleşme hürriyeti kapsamında değerlendirmekte; Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ise bu konuda Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin 8. maddesi çerçevesinde içtihatlar geliştirmektedir.

Bu makalede, anayasal sınırlar ışığında devletin dijital gözetim yetkisinin kapsamı, gerekçeleri ve denetim mekanizmaları ele alınacak; ayrıca Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye hukuk düzenleri arasında karşılaştırmalı bir inceleme yapılacaktır.

1. DEVLETİN DİJİTAL GÖZETİM YETKİSİ

Günümüzde bireylerin toplumsal yaşam içerisindeki eylemleri ve tercihleri, çeşitli kişi ve kurumlar tarafından farklı amaçlarla izlenmektedir. Bu izleme biçimleri arasında en kapsamlı ve geniş ölçekli olanı ise, devlet tarafından yürütülen gözetim faaliyetleridir.[2] İktidarların başlıca kontrol araçlarından biri olan gözetim, özellikle modern çağla birlikte biçim ve kapsam açısından dönüşüme uğrayarak etkisini giderek daha belirgin hale getirmiştir.[3] gözetim uygulamalarının en önemli gerekçelerinden biri, bireylerin ve toplumun güvenliğini sağlama ihtiyacıdır. Devletler ve diğer yetkili kurumlar, kamu düzenini korumak, suç ve tehditleri önlemek amacıyla çeşitli gözetim yöntemlerine başvurmaktadır. Bu çerçevede güvenlik, gözetim faaliyetlerinin temel motivasyonlarından biri olarak öne çıkmaktadır.[4]

Devletin bireyler üzerindeki gözetim faaliyetleri ile bu faaliyetler sonucunda elde ettiği bilgi ve verilerin kayıt altına alınması yetkisi, toplumun mahremiyet alanına müdahale etmeyecek biçimde yürütülmelidir. Bu dengenin korunabilmesi amacıyla, başta anayasal hükümler olmak üzere ulusal yasalar ve uluslararası hukuk metinlerinde çeşitli hukuki düzenlemelere yer verilmiştir.[5]

1.1. Dijital Gözetimin Tanımı ve Araçları

Gözetim kavramı, 18. yüzyılda Jeremy Bentham'ın ideal hapishane tasarımı olan Panoptikon modeliyle birlikte ortaya çıkmıştır. Bentham'ın "panoptikon" adını verdiği bu sistemde; hastane, akıl hastanesi ve hapishane gibi kurumlarda bulunan bireylerin tek bir merkezden, gözetleme kulesi aracılığıyla sürekli denetim altında tutulması amaçlanmıştır. Panoptikon'un

[2] Hakan Karakehya, *Gözetim ve Suçla Mücadele*, (Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2009) 58(2) s.324.
[3] Aziz Çoşkun, *Dijital Gözetim Kavramının Literatürdeki Gelişimi: Bibliyometrik Bir İnceleme*, (Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi, 2023) (11), s.52.
[4] Zygmunt Bauman & David Lyon, *Akışkan Gözetim*, (Çev. Elçin Yılmaz) (Ayrıntı Yayınları, 2. Basım, 2013) s.114.
[5] Baturalp Yavuz, *Gözetim ve Mahremiyet Toplumu*, (Yaşar Hukuk Dergisi, 2022) 4(2) s.66.

temel işlevi, gözetleyen otoriteye karşı itaatin sürekliliğini sağlamaktır.[6] Gözetlenen kişi, ne zaman izlendiğini bilmediğinden her an gözetleniyormuş hissine kapılır; bu durum, bireyin kendi davranışlarını denetlemesine ve disiplinin içselleştirilmesine yol açar. Böylece iktidarın fiziksel zorlamaya başvurmasına gerek kalmadan kontrol sağlanır.[7] Michel Foucault, 1975 yılında yayımladığı *"Gözetim ve Ceza: Hapishanenin Doğuşu"* adlı eserinde Bentham'ın bu modelini siyasal bir çerçeveye oturtarak yeniden yorumlamıştır. Foucault'ya göre gözetim, iktidar ile birey arasındaki ilişkide bireyin disiplin altına alınması ve egemen otoriteye boyun eğmesinin bir aracı haline gelmiştir.[8]

Türk Dil Kurumu, "gözetim" kavramını "görme eylemi, denetim, koruma ve hukukta gözaltına alma" biçiminde tanımlamaktadır. Kavramın kökeni olan "gözetmek" fiili ise genel anlamda "korumak, ilgilenmek, dikkat etmek, önem vermek, kollamak ve göz önünde bulundurmak" gibi anlamlara gelmektedir.[9] Gözlem, gözetme, gözetleme ve gözetim kavramları birbirine yakın anlamlar taşısa da içerik bakımından farklılık gösterir. Bu çalışmada kullanılan "gözetim" kavramı hem gözetleme hem de denetleme anlamlarını bir araya getirir. Kavramsal olarak gözetim, hiyerarşik bir güç ilişkisinde üstün konumda olanın diğerlerini izleyip kontrol etmesini ifade eder. Bu bağlamda gözetim, bireylerin takip edilmesi, haklarında verilerin toplanması ve bu bilgilerin güç ve denetim amacıyla kullanılması sürecidir.[10]

Gözetim olgusu yalnızca modern zamanlara özgü bir kavram değildir; kökleri insanlık tarihinin başlangıcına kadar uzanmaktadır. İnsanlar tarih boyunca merak duygusu, kontrol isteği veya güvenliği sağlama amacıyla birbirlerini gözlemlemişlerdir. Antik dönemlerde ise yöneticilerin, halkı denetim altında tutmak için nüfus hareketlerini, askerlik yükümlülüklerini ve vergi düzenlemelerini kayıt altına alma yoluna gittikleri görülmektedir. Ancak bu süreçte, tüm toplumu kapsayan sistematik bir gözetim mekanizmasından söz etmek mümkün değildir.[11] Gözetim olgusu, modern öncesi dönemlerden günümüze kadar uzun bir tarihsel süreç içinde biçimlenmiştir. Ancak postmodern ve dijimodern dönemlerde gözetim, sahip olunan teknolojik olanaklar sayesinde geçmişe kıyasla çok daha kapsamlı ve kolay uygulanabilir hâle gelmiştir.[12]

---

[6] Elif Gürdal, *Dijital Kamu Diplomasisi Mi Dijital Gözetim Mi?*, (Mecmua Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 2021) 6(11) s.425.
[7] Kaan Akman & Barış Övgün, *Devletin Gölgesinde Dijitalleşmenin Dönüştürdüğü Mahremiyet*, (Amme İdaresi Dergisi, 2022) 55(1) s.42.
[8] Gürdal (n 5) s.425.
[9] Gözetim kavramının anlamı için Bkz, https://sozluk.gov.tr/. (Erişim Tarihi: 09.10.2025).
[10] Gürdal (n 5) s.425.
[11] Seçil Utma, *Gözetim Kavramı ve Sosyal Medyada Gözetimin İçselleştirilmesi*, (International Journal Of Socıal, Humanıtıes And Admınıstratıve Scıences, 2023) 9(61), s.2277.
[12] Sefer Kalaman, *Yeni Medya ve Dijital Gözetim: Türkiye'deki Sosyal Medya Kullanıcıları Üzerine Bir Araştırma*, (Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 2019) 26(2) s.579.

İşverenlerin çalışanlarını denetlemesi, mağaza sahiplerinin müşterilerini kameralarla izlemesi veya ebeveynlerin çocuklarını takip etmesi gibi durumlar, günümüz yaşamında gözetimin ne kadar yaygınlaştığını göstermektedir. Bu davranışlar genellikle mahremiyete müdahale olarak değil, güvenliği sağlama ve olası riskleri önleme amacıyla gerekçelendirilmektedir. Zamanla gözetim, toplumsal hayatın doğal bir parçası hâline gelmiş; bireyler de devletin veri toplama süreçlerine gönüllü olarak katılmaya başlamıştır.[13]

Modern öncesi dönemlerde gözetim faaliyetleri sınırlı bir çerçevede yürütülmüş, teknolojik olanakların yetersizliği ve gözetimin yönetim açısından zorunlu görülmemesi nedeniyle toplumun tamamını kapsayacak bir yapıya ulaşamamıştır. Gerçek anlamda sistematik ve kapsamlı gözetim uygulamaları ise 19. yüzyılın sonlarıyla 20. yüzyılın başlarında teknolojinin hızla gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu dönemde bireylerin birbirini gözetlemesinden ziyade, devletlerin vatandaşlarını ve diğer ülkeleri izlemeye yönelik faaliyetleri ön plana çıkmış, böylece gözetim daha kurumsal ve yaygın bir nitelik kazanmıştır.[14]

İktidar ve egemenlik ilişkileri çerçevesinde, modern öncesi toplumlarda gözetim çoğunlukla şiddet ve baskı yoluyla sağlanmıştır. Modern dönemle birlikte bu araçların yerini denetimi gerçekleştiren kurumlar ve gözetleyiciler almıştır. Enformasyon ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle gözetim, teknolojik bir boyut kazanarak iktidarın yeni bir kontrol biçimi hâline gelmiştir.[15] Dijital gözetim ve bu gözetimi aşmaya yönelik yöntemler, dijital teknolojilerdeki gelişmelere paralel olarak sürekli değişmekte ve çeşitlenmektedir. Teknolojinin ilerlemesi hem gözetim faaliyetlerini yürütmeyi hem de bu faaliyetlerden kaçınmayı daha kolay hale getirmiştir. Teknik donanım, insan kaynağı ve altyapı açısından üstün olan taraf, teknolojik ilerlemenin sonuçları üzerinde daha fazla kontrole sahip olmaktadır. Dijital gözetim araçları genel olarak veri güvenliği, görüntüleme sistemleri, bilgi ve iletişim teknolojileri, coğrafi konum takibi ve biyometrik tanıma gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu sistemlerin çoğu, geleneksel sinyal istihbaratı uygulamalarından evrilmiş olup temel amaçları iç ve dış iletişimi, veri akışlarını ve dijital ağları izlemektir.[16] Teknik araçlarla izleme, dijital gözetim kapsamında iletişimin ötesinde bir takip yöntemidir. Telekomünikasyonla sınırlı kalmayıp, belirli alanlardaki konuşmalar, faaliyetler ve çevresel seslerin yanı sıra fotoğraf, video ve dron ile

[13] Selma Arslantaş Toktaş & Mutlu Binark & Ergin Şafak Dikmen & Işık Barış Fidaner & Elif Küzeci & Alkım Özaygen, *Türkiye'de Dijital Gözetim T.C. Kimlik Numarasından E-Kimlik Kartlarına Yurttaşın Sayısal Bedenlenişi*, (Alternatif Bilişim Derneği, İstanbul, 2012) s.15.
[14] Kalaman (n 11) s.578.
[15] Sabına Nasırova, *Dijital Gözetim Sisteminde Devlet Egemenliği*, (Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, 2024) s.111.
[16] H. Akın Ünver, *Dijital Gözetleme, Milli Güvenlik ve Özel Hayatın Gizliliği Siyaseti*, (EDAM, Oxford CTGA & Kadir Has Üniversitesi, 2018) (4) s.5.

görsel kayıtları da kapsar. Bu yöntem, dijital gözetimin kapsamını genişleterek bireylerin çevresel ve mekânsal hareketlerini de izlemeye imkân tanır.[17]

1.2. Kamu Düzeni ve Ulusal Güvenlik Bağlamında Gerekçeler

Devletin vatandaşlarını kayıt altına almasının ve gözetlemesinin arkasında üç temel neden bulunmaktadır. İlki, modern devletin toplumu ölçülebilir ve denetlenebilir hâle getirme isteğidir; nüfus sayımı, tapu kayıtları ve askerlik işlemleri bu amaca hizmet eder. İkincisi, özellikle terör olayları sonrasında devletlerin güvenlik gerekçesiyle bireyleri potansiyel tehdit olarak görmeye başlamasıdır. Üçüncüsü ise ulusal güvenliğin korunması gereğidir. Bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde, bilgi toplama faaliyetleri modern devletin görünmeyen gözüne dönüşmüş; gözetim, güvenliği ve toplumsal düzeni sağlamak için vazgeçilmez bir araç hâline gelmiştir.[18]

Demokratik hukuk düzenlerinde gözetim faaliyetleri, çoğunlukla ulusal güvenliğin korunması, terörle mücadele, ağır suçların önlenmesi ve toplum sağlığının muhafazası gibi kamu yararına dayalı gerekçelerle yürütülmektedir. Bu çerçevede devletin dijital izleme ve veri toplama uygulamaları, genellikle kamu düzeninin sağlanması ve toplumsal istikrarın sürdürülmesi amacıyla meşrulaştırılmaktadır. Demokratik rejimlerde gözetim mekanizmalarının, siyasal muhalefeti bastırmak ya da belirli toplumsal grupları hedef almak gibi keyfi veya ayrımcı amaçlarla kullanılmasına ise hukuken ve etik açıdan izin verilmemektedir. Dolayısıyla bu tür sistemlerde gözetim, meşru bir kamu gücü kullanımı olarak, anayasal sınırlar ve temel hakların korunması ilkesiyle dengelenmeye çalışılmaktadır.[19] Devlet gözetimi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde incelenmektedir. Literatürde, gözetim çoğunlukla güvenlik ve kamu düzeni bağlamında ele alınsa da, kumar faaliyetleri, otomotiv sektörü veya medyanın müdahaleleri gibi farklı alanlardaki etkileri de araştırılmaktadır. COVID-19 pandemisi sırasında geliştirilen mobil uygulamalar ise gözetimin toplumsal etkilerini analiz etmek için öne çıkmıştır.[20] Polis teşkilatları, gözetim teknolojilerini suçları önleme veya engelleme, protestoları kontrol etme ve gelecekteki soruşturmalar için veri toplama gibi farklı amaçlarla kullanmaktadır. Ancak, ülke genelindeki polis birimlerinin gözetim kapasiteleri hakkında sınırlı bilgiye sahibiz.[21]

---

[17] İbrahim Aydın, *Aihm Kararları Işığında Terörle Mücadelede İdari Kolluğun Genel İzleme ve Takip Yetkisi ve Özel Hayatın Korunması*, (Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2024) 34(1) s.224.
[18] Toktaş & Binark & Dikmen & Fidaner & Küzeci & Özaygen (n 12) s.25.
[19] Peter Königs, *Government Surveillance, Privacy, and Legitimacy,* (Philosophy & Technology, 2022) 35(8) s.3.
[20] Milan Školník & Michael Haman, *Drawing the line: public attitudes towards warranted and unwarranted government surveillance in European countries*, (Security Journal, 2024) (37) s.1450.
[21] Christopher Slobogin & Sarah Brayne, *Surveillance Technologies and Constitutional Law,* (Annual Review of Criminology, 2023) (6) s.220.

Dijital gözetim, bireyin akıllı cihazlar, kameralar, biyometri, sosyal medya ve e-devlet platformları aracılığıyla özel ve kamusal alanda ürettiği verilerin sürekli olarak kaydedilmesi ve depolanmasıdır; bu durum, her türlü dijital veri üzerinden gözetim anlamına gelen "veri gözetimi" (dataveillance) kavramıyla özetlenir. Devletler, bu araçlarla birey ve toplum üzerinde detaylı kontrol sağlamaya çalışırken, bu eylemlerin yasal ve etik sınırlar içinde kalması, özellikle insan haklarını ve mahremiyeti ihlal eden meşru olmayan gözetimi meşrulaştırmaktan kaçınılması hayati önem taşımaktadır.[22]

Kitlesel gözetim önlemleri arasında, kamusal alanlarda kapalı devre televizyon (CCTV) kullanımı, elektronik iletişimin izlenmesi ve biyometrik verilerin toplanıp işlenmesi yer almaktadır. Bu tür uygulamalar genellikle terör saldırılarını ve suç faaliyetlerini önlemek veya yeni ortaya çıkan sağlık tehditlerini, örneğin bir salgını, kontrol altına almak amacıyla uygulanmaktadır. Öte yandan, kitlesel gözetim uygulamaları sivil özgürlüklere müdahale edebilmekte ve bireylerin devlet politikalarına duyduğu güveni zayıflatma potansiyeline sahiptir.[23]

2. ANAYASAL ÇERÇEVE

Dijital gözetimin yaygınlaşması, günümüzde dijital toplumun en önemli sorunlarından biri olan kişisel verilerin korunması ve mahremiyet ihlali konusunu gündeme getirmiştir. Mahremiyet, bireyin kendi özel alanı üzerinde kontrol sahibi olma ve başkalarıyla hangi ölçüde bilgi paylaşacağına kendisinin karar verme hakkını ifade eder. Dijital gözetim uygulamaları, özel yaşam ile kamusal alan arasındaki sınırları giderek belirsizleştirerek bireylerin gizliliğini tehdit eder hale gelmiştir. Oysa mahremiyet, insan onurunu ve temel hakları koruyan evrensel bir değerdir; bireyin düşünme, ifade etme ve özgürce yaşama alanını güvence altına alır.[24] Gözetim ve mahremiyet konularının en temel dayanağı 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) olarak kabul edilmektedir.[25]

Temel hak ve özgürlüklerin korunabilmesi için, özellikle özel hayatın gizliliğiyle doğrudan bağlantılı olan gözetim faaliyetlerinin belirli sınırlar içinde yürütülmesi gerekmektedir. Aksi halde, sürekli izlenme endişesiyle yaşayan bireylerden oluşan bir toplumun ortaya çıkması

[22] Nasırova (n 14) s.229.
[23] Conrad Ziller & Marc Helbling, *Public support for state surveillance,* (European Journal of Political Research, 2020) 60(4) s. 995.
[24] Hasan Tutar & Ceren Güler Çağıltay, *Dijital Toplumda Mahremiyetin İmkânı Üzerine Bir İnceleme,* (KAYTEK Dergisi, 2022) 4(1) s.40.
[25] Yavuz (n 4) s.66. 6698 Sayılı KVKK kanunu '*Bu Kanunun amacı, kişisel verilerin işlenmesinde başta özel hayatın gizliliği olmak üzere kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ile uyacakları usul ve esasları düzenlemektir.*' Detaylı Bilgi İçin Bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo =6698&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5. (Erişim Tarihi: 12.10.2025).

kaçınılmaz olacaktır. Devlete orantısız gözetim yetkisi tanınması ise, bilgi tekeline ve siyasal gücün aşırı merkezileşmesine yol açaraktır.[26] Dijital gözetimin keyfî veya denetimsiz biçimde uygulanması, kişisel verilerin korunması ve özel hayatın gizliliği ilkelerini zedeleme riski taşımaktadır. Bu nedenle, gözetim uygulamalarının yasal sınırlarının açıkça belirlenmesi ve etik standartlarla desteklenmesi büyük önem arz etmektedir. Etkin bir hukuki çerçeve hem bireylerin haklarının korunmasını hem de teknolojinin toplumsal yarar doğrultusunda kullanılmasını güvence altına alacaktır.[27]

2.1. Temel hak ve özgürlükler

İnsan hakları, bireylerin tarihsel süreçte siyasal iktidarlara karşı elde ettikleri ve iktidarın keyfî müdahalelerine karşı koruma sağlayan evrensel haklardır. Bu hakların temel amacı, bireyi devlet gücü karşısında güvence altına almaktır. Ancak, insan haklarının soyut ve yoruma açık niteliği, kimi zaman iktidarlarca anayasal sınırların ötesinde keyfî biçimde kullanılmalarına zemin hazırlamaktadır. Oysa insan hakları, birbirinden bağımsız değil, bütüncül bir yapının parçalarıdır; birinin ihlali, diğerlerinin anlamını da zayıflatır. Güvenlik gerekçesiyle özgürlüklerin veya özel hayatın gizliliğinin ihlal edilmesi kesinlikle meşru görülmemelidir.[28] Gözetim uygulamaları, ifade ve örgütlenme özgürlüğünü zayıflatarak bireylerde otosansür ve güvensizlik duygusu yaratmaktadır. Dijital kimlik sistemlerinin denetimsiz kullanımı, kişisel verilerin rıza dışı izlenmesine yol açarken mahremiyet hakkını ihlal etmektedir. Ayrıca, terörle mücadele politikalarının kötüye kullanılması, ulusal güvenlik gerekçesiyle muhalif görüşlerin bastırılmasına ve ifade özgürlüğünün sınırlandırılmasına neden olabilmektedir.[29] Gizlilik hakkı hem ulusal düzenlemeler hem de uluslararası sözleşmeler kapsamında güvence altına alınmış temel bir haktır. Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nde de bu hak, insan onurunun ayrılmaz bir unsuru olarak tanımlanmaktadır. Ancak, uygulamada gizlilik hakkının tam anlamıyla korunamadığı görülmektedir. Özellikle modern iletişim teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bireylerin mahremiyetine yönelik ihlaller artmış ve bu hak fiilen zayıflamıştır.[30]

[26] Hasret Ak, *Büyük Birader ve Gözetim Devleti*, (Genç Hukukçular Hukuk Okumaları) s.388.
[27] Miraç Gür, *Gözetimde Kişisel Verilerin Korunması*, (Kişisel Verilerin Korunmasına Uzman Bakış-2- KVKK Yayınları, Ankara, 2025) s.567.
[28] R. Cengiz Derdiman & Nihal Tataroğlu, *Devlet Gözetimi ile İnsan Haklarının Uyumlaştırılması Sorunu ve Çözüm Önerileri*, (İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2016) 7(1) s.248.
[29] Leith Jeroudi, *Surveıllance And Human Rıghts*, (Geneva Centre For Human Rights Advancement And Global Dıalogue) s.2.
[30] Ceren Parçil, *Dijital Gözetim: Sosyal Medya*, (II. Marmara Üniversitesi Lisansüstü İletişim Öğrencileri Kongresi, 2018) s.12.

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi'nin 12. maddesi, bireylerin özel yaşamına, onuruna ve itibarına yönelik keyfi müdahalelere karşı koruma sağlamaktadır. Benzer biçimde, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin 8. maddesi, özel ve aile hayatına saygı hakkını güvence altına alarak devletlere bu hakkı ihlal etmeme ve koruma yükümlülüğü getirmektedir. Ayrıca, Medeni ve Siyasal Haklara İlişkin Uluslararası Sözleşme'nin 17. maddesi de kişilerin özel yaşamına yönelik hukuka aykırı müdahaleleri yasaklamakta ve bu hakkın evrensel düzeyde korunmasını öngörmektedir. Bu düzenlemeler, özel hayatın gizliliğinin hem ulusal hem de uluslararası hukukta dokunulmaz bir hak olarak kabul edildiğini açıkça ortaya koymaktadır.[31]

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, bireyin mahremiyetini ve gözetim karşısındaki korunmasını açık hükümlerle güvence altına almıştır. 17. madde, herkesin yaşama hakkı ile maddi ve manevi varlığını koruma hakkını düzenleyerek devlete bu konuda sorumluluk yüklemektedir. 20. madde, özel hayatın gizliliğini ve kişisel verilerin korunmasını anayasal bir hak olarak tanımlarken, 22. madde haberleşme özgürlüğü ve gizliliğini güvence altına almaktadır.[32] Bu hükümler, bireyin özel yaşamı üzerindeki devlet müdahalesini sınırlandıran temel anayasal güvenceleri oluşturmaktadır.[33] Özel hayatın gizliliği, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın "Kişinin Hakları ve Ödevleri" başlıklı bölümünde temel bir insan hakkı olarak düzenlenmiştir. Bu bölümde yer alan diğer temel hak ve özgürlükler gibi, özel hayatın gizliliği de dokunulamaz, devredilemez ve vazgeçilmez niteliktedir. Söz konusu hak, bireyi yalnızca devletin keyfî müdahalelerine karşı değil, aynı zamanda diğer bireylerin ihlallerine karşı da koruma altına almaktadır. Özel hayatın gizliliğine yönelik ihlaller, ceza hukuku bakımından da yaptırıma bağlanmıştır. Türk Ceza Kanunu'nun 132 ila 140. maddeleri arasında, haberleşmenin gizliliği ve özel hayatın korunmasına ilişkin düzenlemeler yer almakta ve bu fiiller suç olarak tanımlanmaktadır.[34]

2.2.Anayasal sınırlar ve güvenceler

Gözetim teknolojilerinin sorumlu kullanımı, güvenliği artırırken hukukun üstünlüğünü ve insan haklarını korumayı gerektirir. Devletler, bu teknolojilerin yasal ve etik kullanımını sağlamalı, verilerin toplanması, işlenmesi ve paylaşılmasında bireylerin mahremiyetini teminat altına almalıdır. Ayrıca, şeffaflık ve hesap verebilirliği teşvik ederek meşru güvenlik hedeflerini etkin

[31] Aydın (n 16) s.218.
[32] (Murat Haliç, B. No: 2017/24356, 8/7/2020)
[33] Yavuz (n 4) s.66.
[34] Seydi Kaymaz, *Ceza Muhakemesinde Telekomünikasyon Yoluyla Yapılan İletişimin Denetlenmesi*, (Seçkin Yayıncılık, 4. Baskı, 2015) s.83.

bir şekilde yerine getirecek mekanizmalar oluşturulmalıdır.[35] Özel hayatın sınırlandırılmasının hukuka uygun sayılabilmesi için, yapılan müdahalenin demokratik bir toplum açısından gerekli ve ölçülü olması gerekmektedir.[36]

4.5.2007 tarihli ve 5651 sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun, internet ortamındaki yayın faaliyetlerinin hukuki çerçevesini belirleyen temel bir düzenlemedir. Bu kanun, içerik sağlayıcıların, yer sağlayıcıların, erişim sağlayıcıların ve toplu kullanım sağlayıcılarının yükümlülük ve sorumluluklarını ayrıntılı biçimde tanımlamakta; aynı zamanda internet ortamında işlenen belirli suçlarla mücadeleye yönelik usul ve esasları ortaya koymaktadır. Böylece kanun, dijital ortamda hukuka aykırı içeriklerin yayılmasını önlemeyi, sorumluluk alanlarını netleştirmeyi ve çevrimiçi faaliyetlerde hukuki denetim ve hesap verebilirlik mekanizmasını güçlendirmeyi amaçlamaktadır.[37] 5651 sayılı Kanun'un 8. maddesi,[38] internet ortamında işlenen belirli suçlarla mücadele amacıyla erişim engelleme yetkisini düzenlemektedir. Ancak uygulamada, birçok web sitesine getirilen erişim engellemeleri ölçülülük ilkesine uygun olmamakta; oysa Anayasa'nın 13. maddesi, temel hak ve özgürlüklerin sınırlandırılmasında ölçülülüğün gözetilmesini zorunlu kılar.[39]

2.3. Yargısal denetim mekanizmaları

Bir kişinin dijital ortamda izlenmesi ya da görüntüsünün kayda alınması, özel hayatın gizliliği kapsamında değerlendirilmelidir. Bu nedenle, kamu kurumları veya özel kuruluşlar tarafından yürütülen dijital gözetim faaliyetlerinin, bireyin temel hak ve özgürlüklerine müdahale oluşturup oluşturmadığının ve hangi hukuki çerçevede yürütülmesi gerektiğinin belirlenmesi önem taşır.[40]

---

[35] *Guiding Principles on Government Use of Surveillance Technologies*, Developed through consensus by the Freedom, s.1. https://freedomonlinecoalition.com/wp-content/uploads/2023/03/FOC_Guiding_Principles_on_Government_Use_of_Surveillance_Technologies.pdf. (Erişim Tarihi: 12.10.2025).

[36] Emre Güzey, *Aihm Kararları Çerçevesinde Kitlelerin İstihbarat Maksatlı Gözetimi*, (SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, 2020) 30(2) s.183.

[37] Abdurrahman Eren, *Dijital Egemenlik Kavramı ve Anayasa Mahkemesinin Dijital Egemenliğe Yaklaşımı*, (Anayasa Yargısı, 2025) 42(1) s.572.

[38] *'İnternet ortamında yapılan ve içeriği aşağıdaki suçları oluşturduğu hususunda yeterli şüphe sebebi bulunan yayınlarla ilgili olarak içeriğin çıkarılmasına ve/veya erişimin engellenmesine karar verilir'.* Bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5651&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5. (Erişim Tarihi: 13.10.2025).

[39] Mehmet Salih Gök, *5651 Sayılı Kanun ve Bilgi Güvenliği İlişkisi*, (XII levha Yayınları, 1. Baskı, İstanbul, 2012) s.29.

[40] Civan Başar, *Devletin Kitlesel Gözetleme Araçlarının Özgürlükler ve Hukuk Güvenliği Üzerindeki Etkileri ile Bunların Yasal Dayanakları Üzerine Bir İnceleme*, (TBB Dergisi, 2017) (133) s.110.

Toplumsal yararın korunması için bazı özgürlüklerin sınırlandırılması mümkün olmakla birlikte, bu sınırlamalar hiçbir zaman hakkın özünü ortadan kaldıracak nitelikte olmamalıdır. Bu nedenle kanun koyucu, temel hakları yok sayan ya da toplumun korunmasıyla ilgisi bulunmayan amaçlarla özgürlükleri kısıtlayan düzenlemeler yapmamalıdır.[41] Temel hak ve özgürlükler, devletin güvenliği ve kamu düzeninin sağlanması amacıyla sınırlamalara tabi tutulabilir. Demokratik hukuk devletlerinde bu kısıtlamalar, yasal çerçevede, zorunlu ve ölçülü şekilde uygulanmalıdır. Ayrıca, özgürlüklerin sınırlandırılmasında kullanılan yöntemler ile ulaşılmak istenen amaç arasında orantılı bir ilişki bulunması gerekmektedir.[42] Haberleşme özgürlüğü, demokratik hukuk düzenlerinde temel bir hak olmasına rağmen, dijital çağda devletin güvenlik ve kamu yararı gerekçesiyle uyguladığı gözetimle sınırlanabilir. Bu müdahaleler, kamu hizmetlerinin yürütülmesi veya suçların önlenmesi gibi meşru amaçlarla yapılabilir; ancak bireysel haklar ile toplum yararı arasında dengeli bir yaklaşım gerektirir. Türk hukukunda, dijital gözetim kapsamında haberleşme özgürlüğü, özel hayatın gizliliği ve kamu güvenliği arasında adil bir denge gözetilerek sınırlandırılmaktadır.[43]

2.3.1. Anayasa Mahkemesi Denetimi

5651 sayılı kanun, internet ortamındaki yayınların düzenlenmesi ve bu yayınlar aracılığıyla işlenen suçlarla mücadele amacını taşıyacak şekilde hazırlanmış; 23 Mayıs 2007 tarihli Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.[44] İnternet ortamında kişilik haklarının ihlal edilmesi hâlinde, klasik hukuk veya ceza davalarıyla hızlı bir koruma sağlanması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, 5651 sayılı Kanun'un 9. maddesiyle kişilik hakkının çevrim içi ortamda daha hızlı ve etkili biçimde korunmasına yönelik özel bir başvuru yolu öngörülmüştür. Anılan madde, ihlale konu içeriğin yayından çıkarılması ve erişimin engellenmesini düzenlemekte; gerçek ve tüzel kişilere "uyar-kaldır" yöntemiyle içerik sağlayıcısına başvuru veya doğrudan yargı yoluna gitme imkânı tanımaktadır.[45] 5651 sayılı Kanun'un 9. maddesi, kişilik hakkı ihlallerinde erişim engelleme yetkisini sulh ceza hâkimliğine tanımaktadır. Bununla birlikte, hukuk davalarında mahkemelerin bu yetkiyi kullanıp kullanamayacağı tartışmalıdır. Ayrıca, katalog suçlar dışındaki fiillerin hem suç hem de kişilik hakkı ihlali oluşturduğu hallerde, ceza mercilerinin karar yetkisi belirsizdir. Öğretide

[41] Abdülazim İbrahim, *Mukayeseli Hukukta Azınlık Hakları,* (Adalet Yayınevi, 2022) s. 43.
[42] Aydın (n 16) s.221.
[43] Cansu Büşra Ölmez, *Türk Hukukunda Haberleşme Özgürlüğüne Müdahalenin Ölçüsü,* (Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2015) 23(1) s.155.
[44] Yunus Özkaya, *5651 Sayılı Kanun Kapsamında Suç İşlenmesinin Önlenmesi Amacıyla İnternet Erişiminin Engellenmesi*, (Bilişim Hukuku Dergisi, 2022) 4(1) s.91.
[45] Aişe Sena Doğan, *Kişilik Hakkının 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Kapsamında Korunması*, (Bilişim Hukuku Dergisi, 2020) 2(2) s.153.

ve uygulamada bu durum, kişilik hakkının kapsamı ve erişim engelleme yetkisinin sınırları açısından farklı yorumlara yol açmaktadır.[46]

Kanun, katalog suç şüphesi bulunan internet içerikleri için soruşturma aşamasında hâkim, kovuşturma aşamasında mahkeme tarafından erişim engeli kararı verileceğini öngörür. Acil durumlarda Cumhuriyet Savcısı da geçici karar alabilir; hâkim onayı 24 saat içinde zorunludur. Birden fazla sulh ceza mahkemesi bulunan yerlerde, karar Hâkimler ve Savcılar Kurulu'nun belirlediği mahkeme tarafından alınır.[47] 5651 sayılı Kanun'un 9. maddesi kapsamında verilen erişim engelleme kararlarında, kişilik hakkı ihlali iddiasında bulunanların ayrıca dava açma zorunluluğu yoktur. Bu düzenleme, geçici bir tedbirden ziyade kesin nitelikte bağımsız bir yol olarak görülmektedir. Anayasa Mahkemesi ise maddenin kapsamı ve sınırlarının kanunilik açısından belirsizlikler taşıdığını belirtmiştir.[48]

Kemal Gözler'in kitabında, başka bir akademisyenin kendi çalışmasından usulüne uygun alıntı yapmaması üzerine bazı bölümlere 5651/9 kapsamında erişim engeli getirilmiştir.[49] Yüksek mahkeme, ifade özgürlüğü ve akademik özgürlükler çerçevesinde, başvurucunun tanınmış bir akademisyen olduğunu ve eleştirilerin olası etkilerini öngörmesi gerektiğini vurgulamıştır.[50]

Suçların önlenmesi amacıyla iletişimin denetlenmesine ilişkin uygulamalar, 23 Temmuz 2005'te yürürlüğe giren 5397 sayılı Kanun ile özellikle 2937 sayılı Devlet İstihbarat Hizmetleri ve Millî İstihbarat Teşkilatı Kanunu'nda yapılan değişikliklerle yasal bir çerçeveye oturtulmuştur. Ancak sonraki yıllarda yaşanan uygulamalar, bu düzenlemelerin denetim ve yargısal kontrol bakımından yetersiz kaldığını ve özel hayatın korunmasında ciddi sorunlar bulunduğunu ortaya koymuştur.[51] İstihbarat, terörle mücadelede önleyici bir güvenlik mekanizmasıdır. Tehditlerin önceden tespit edilip gerekli tedbirlerin alınması, can ve mal kaybını önlemek açısından büyük önem taşır. Bu alandaki yetersizlikler ise toplumda güvensizlik hissi yaratmakta ve her terör olayında istihbarat birimlerinin etkinliği sorgulanmaktadır.[52] Bu kapsamda 2937 sayılı Kanun,[53] 01.01.1984 tarihinde yürürlüğe girerek

---

[46] İsmail Demez, *Kişilik Haklarının İhlali Nedeniyle İnternet Sitelerine Erişimin Engellenmesi Ve/Veya İçeriğin Yayından Çıkarılmasında Görev ve Yetki Sorunu*, (Bilişim Hukuku Dergisi, 2021) 3(2) s.344.
[47] Özkaya (n 42) s.98.
[48] Alper Işık, *Anayasa Mahkemesi'nin 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Bağlamında İnternete Erişimin Engellenmesine Dair Değişen Yaklaşımının Değerlendirilmesi*, (Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2022) 30(3) s.981.
[49] Kemal Gözler Başvurusu, AYM., 19.04.2018, BN. 2014/5232.
[50] Aytaç Çetinkaya, *Sulh Ceza Hâkimlikleri Tarafından 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Kapsamında Verilen Kararlara Anayasa Mahkemesinin Hak İhlali Yaklaşımı*, (Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2024) 32(2) s.792.
[51] Başar (n 39) s.101.
[52] Duhan Kalkan, *Terörle Mücadele Hukukunda İstihbaratın Yeri*, (KHM, 2023) 3(2) s.388.
[53] Madde 1 – *Bu Kanunun amacı; Devlet İstihbaratının istihsali ve kullanılması ile Milli İstihbarat Teşkilatının kuruluş, görev ve faaliyetlerine ait esas ve usulleri düzenlemektir.*

önceki 644 sayılı MİT Kanunu'nun yerini almış ve zaman içinde birçok maddesi değişikliğe uğramıştır. Kanun'un temel amacı, devlet istihbarat faaliyetlerinin yürütülmesi ve Millî İstihbarat Teşkilatı'nın görev, yetki ve faaliyetlerini düzenlemektir.[54] İlgili kanun maddesine göre, MİT'e; olası tehditlerin belirlenmesi, yabancı istihbarat faaliyetlerine karşı önlem alınması, dış güvenlik ve terörle mücadeleye yönelik bilgi toplanması gibi görevler yüklemektedir. Maddede özellikle terörle mücadeleye yapılan vurgu, MİT'in bu alandaki asli ve yetkili kurum olduğunu hukuken pekiştirmektedir.[55]

Mahremiyet ve özel hayatın gizliliği bakımından dikkate alınması gereken başlıca unsur, kişisel verilerin korunması hakkıdır.[56] Gözetim, bireylere ait verilerin toplanması, kaydedilmesi, saklanması veya paylaşılması gibi işlemleri kapsar. 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK),[57] bu faaliyetleri "kişisel verilerin işlenmesi" olarak tanımlar ve hukuki dayanaklara bağlar. Kanuna göre, veriler yalnızca belirli, açık ve meşru amaçlarla işlenebilir; bu işlem amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olmalıdır.[58]

Anayasa'nın 20/3. maddesine göre,[59] kişisel veriler yalnızca kanunda öngörülen durumlarda veya ilgili kişinin açık rızasıyla işlenebilir ve koruma esasları kanunla belirlenir. Bu çerçevede, kanunun gereğini yerine getirme ve açık rıza kişisel verilerin işlenmesinde hukuka uygunluk

---

Ayrıca, Milli İstihbarat teşkitatını görevlerini belirten 2937 Sayılı Kanun'un Madde 4 (Ek: 17/4/2014-6532/1 md.) Dış istihbarat, millî savunma, terörle mücadele ve uluslararası suçlar ile siber güvenlik konularında her türlü teknik istihbarat ve insan istihbaratı usul, araç ve sistemlerini kullanmak suretiyle bilgi, belge, haber ve veri toplamak, kaydetmek, analiz etmek ve üretilen istihbaratı gerekli kuruluşlara ulaştırmak. & (Ek: 17/4/2014-6532/1 md.) İstihbarat kapasitesini, niteliğini ve etkinliğini artırmak amacıyla çağdaş istihbarat usul ve yöntemlerini araştırmak, teknolojik gelişmeleri takip etmek ve uygun görülenleri temin etmek. Şeklinde dijital gözetim kapsamı belirtilmiştir. Bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2937.pdf. (Erişim Tarihi: 18.10.2025).

[54] Soner Hamza Çetin, *Mit'in Görev ve Faaliyetine İlişkin Bilgi ve Belge Üzerinde Suç İşlenmesi ile Mit Mensuplarının Kimliklerinin İfşa Edilmesi ve Kimlikleri Üzerinde İşlenen Sahtecilik Suçu (2937 SAY. Kanun m. 27/1 ve 2),* (İzmir Barosu Dergisi, 2020) s.66.

[55] Kalkan (n 50) s.390.

[56] Faruk Bilir, *Kişisel Verilerin Korunması Yönündeki Uygulama ve Hukuki Düzenlemelerin Ortaya Çıkışı*, (Adalet Dergisi, 2023) 2(71) s.633.

[57] *MADDE 1- Bu Kanunun amacı, kişisel verilerin işlenmesinde başta özel hayatın gizliliği olmak üzere kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ile uyacakları usul ve esasları düzenlemektir.*
MADDE 2- Bu Kanun hükümleri, kişisel verileri işlenen gerçek kişiler ile bu verileri tamamen veya kısmen otomatik olan ya da herhangi bir veri kayıt sisteminin parçası olmak kaydıyla otomatik olmayan yollarla işleyen gerçek ve tüzel kişiler hakkında uygulanır. Detaylı Bilgi İçin Bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6698&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5. (Erişim Tarihi: 19.10.2025).

[58] Gür (n 26) s.569.

[59] *MADDE 20- (Ek fıkra: 7/5/2010-5982/2 md.) Herkes, kendisiyle ilgili kişisel verilerin korunmasını isteme hakkına sahiptir. Bu hak; kişinin kendisiyle ilgili kişisel veriler hakkında bilgilendirilme, bu verilere erişme, bunların düzeltilmesini veya silinmesini talep etme ve amaçları doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığını öğrenmeyi de kapsar. Kişisel veriler, ancak kanunda öngörülen hallerde veya kişinin açık rızasıyla işlenebilir. Kişisel verilerin korunmasına ilişkin esas ve usuller kanunla düzenlenir.* Bkz, Anayasa Madde ve yorumları için Abdülazim İbrahim, *Ortadoğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Anayasası*, (Turhan Kitabevi, 2021) s.8.

sağlayan başlıca sebeplerdir. KVKK, verilerin işlenmesinde açık rıza gerekliliğini ve rıza olmadan hangi koşullarda kanuni hükmün uygulanabileceğini düzenler.[60]

Türkiye Cumhuriyeti Anayasa'nın 20. maddesi kişisel verilerin korunmasını, 22. maddesi ise haberleşme hürriyetini güvence altına alarak bireyin dijital ortamlarda yer almama veya iletişime katılmama hakkına anayasal dayanak oluşturur.[61] Bu bağlamda, Anayasa Mahkemesi'nin *Ümit Eyüpoğlu Başvurusu*'nda başvurucu, kullanımında bulunan telefon hattına ilişkin bilgilere erişim talebinin reddedilmesi nedeniyle özel hayata saygı hakkı kapsamında yer alan kişisel verilerin korunmasını isteme hakkı ile bağlantılı olarak etkili başvuru hakkının ihlal edildiğini ileri sürmüştür. Mahkeme, başvuruyu değerlendirirken kişisel verilerin korunması hakkının, Anayasa'nın 20. maddesiyle güvence altına alınan özel hayata saygı hakkının bir uzantısı olduğunu vurgulamıştır.[62] Benzer şekilde, *Fırat Gerçek Başvurusu* kapsamında, özel bir şirkette çalışan başvurucu, bir iş arkadaşıyla gerçekleştirdiği cep telefonu yazışmalarının işveren tarafından izlenmesi ve bu yazışmaların iş akdinin feshi gerekçesi olarak kullanılması nedeniyle, özel hayata saygı hakkı ve haberleşme özgürlüğünün ihlal edildiğini ileri sürmüştür. Mahkeme, somut olayda işverenin müdahalesinin, çalışanların haberleşme hürriyetine doğrudan bir sınırlama teşkil ettiğini ve özel yaşam alanına müdahale niteliği taşıdığını belirterek, Anayasa'nın 20. ve 22. maddeleri çerçevesinde ihlalin varlığını tespit etmiştir.[63]

2.3.2. Ceza Yargısı Denetimi

Türk Ceza Kanunu'nda kişisel verilerin hukuka aykırı olarak kaydedilmesi ve paylaşılması suç sayılmıştır (TCK m.135)[64] Ancak bu suçların şikâyete bağlı olması, dinlenen kişilerin habersizliği nedeniyle korumayı zayıflatmaktadır. Uygulamada kayıtların silinmesi ve kişiye bilgi verilmesi yükümlülükleri de çoğunlukla yerine getirilmemektedir. MERNİS (Nüfus kayıt sistemi), SEÇSİS (Seçmen Bilgi sistemi), SGBS (Sosyal Güvenlik Bilgi Sistemi) ve TAKBİS

[60] Ezgi Aygün Eşitli, *Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Kişisel Verilere Yönelik İhlallere Karşı Türk Ceza Kanunu'nda Düzenlenen Suçlar*, (Başkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2024) 10(1) s.137.
[61] Abdülazim İbrahim, *Dijital Sessizlik Hakkı Anayasayla Güvence Altında Bir Görünmezlik Özgürlüğü*, (2. Internatıonal Avrasya Scıentıfıc Research And Innovatıon Congress, 2025) s.437.
[62] AYM. (*Ümit Eyüpoğlu* [2. B.], B. No: 2018/6161, 28/6/2022, § …)
[63] AYM. (*Fırat Gerçek* [1. B.], B. No: 2019/25604, 21/9/2022, § …)
[64] *Madde-135 (Kişisel verilerin kaydedilmesi)*
(1) Hukuka aykırı olarak kişisel verileri kaydeden kimseye bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası verilir.
(2) Kişisel verinin, kişilerin siyasi, felsefi veya dini görüşlerine, ırki kökenlerine; hukuka aykırı olarak ahlaki eğilimlerine, cinsel yaşamlarına, sağlık durumlarına veya sendikal bağlantılarına ilişkin olması durumunda birinci fıkra uyarınca verilecek ceza yarı oranında artırılır. Bkz, https://mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5237.pdf. (Erişim Tarihi: 16.10.2025).

(Tapu Kadastro Bilgi Sistemi) gibi sistemler aracılığıyla toplanan veriler ise devletin dijital gözetim kapasitesini artırarak mahremiyet ihlali riskini büyütmektedir.[65]

Bireysel başvuru kapsamında verilen kararlar ilk bakışta yalnızca başvurucuyu ilgilendiriyor gibi görünse de, uygulamada çok daha geniş sonuçlar doğurmaktadır. Anayasa Mahkemesi'nin bu yol üzerinden verdiği ihlal kararları, alt derece mahkemeleri açısından yeni bir yorum ve uygulama çerçevesi oluşturmakta, böylece bireysel başvuru kurumu anayasal düzenin güçlenmesine önemli ölçüde katkı sunmaktadır.[66] Bunun yanında, bireysel başvuruda öne sürülen hak ihlallerinin kapsamının doğru tayin edilmesi, bu mekanizmanın etkinliğinin belirlenmesinde kritik rol oynar. Temel hakların dar ya da geniş biçimde yorumlanması, bireylere sağlanan koruma düzeyini ve başvurudan elde edilecek faydayı doğrudan etkilemektedir.[67]

5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nda bazı hükümler, bireyleri devletin gözetim sürecinde aktif rol üstlenmeye zorlamaktadır. Özellikle m.278'deki suçu bildirmeme,[68] m.279'daki kamu görevlilerinin suçu bildirmemesi[69] ve m.280'deki sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmemesi hükümleri,[70] farklı toplumsal gruplara bildirim yükümlülüğü getirmektedir. Bu düzenlemelerle kanun, bireyleri devletin gözetleyen birer organı konumuna sokmaktadır.[71]

CMK m.135, devletin dijital gözetim yetkisinin hukuki sınırlarını belirleyen temel düzenlemelerden biridir. Bu madde, iletişimin tespiti, dinlenmesi ve kayda alınmasını ceza muhakemesi sürecinde koruma tedbiri olarak düzenler. Hukuken, bu tedbir özel hayatın gizliliği ve haberleşme özgürlüğü gibi anayasal haklara müdahale niteliği taşır. Dolayısıyla, uygulanabilmesi için hakim kararı, kuvvetli suç şüphesinin varlığı ve başka suretle delil elde

---

[65] Muhittin Tataroğlu, *E-Devlet'te Kullanılan Gözetim ve Kayıt Teknolojilerinin Mahremiyet Üzerinde Etkileri,* (Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2009) 1(18) s.103.

[66] Abdülazim İbrahim*, Abd, Fransa ve Türkiye'de Yasaların Anayasaya Uygunluğunun Denetimi*, (Adalet Yayınevi,2025) s.186.

[67] Tuba Aykanat & Yüksel Metin, *Bireysel Başvuruda İhlal Edildiği İleri Sürülen Temel Hak ve Özgürlüklerin Kapsamının Belirlenmesi*, (Süleyman Demirel Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2023) 13(1) s.7.

[68] *Madde 278- Suçu bildirmeme*
(1) İşlenmekte olan bir suçu yetkili makamlara bildirmeyen kişi, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.
(2) İşlenmiş olmakla birlikte, sebebiyet verdiği neticelerin sınırlandırılması halen mümkün bulunan bir suçu yetkili makamlara bildirmeyen kişi, yukarıdaki fıkra hükmüne göre cezalandırılır.

[69] *Madde 279- Kamu görevlisinin suçu bildirmemesi*
(1) Kamu adına soruşturma ve kovuşturmayı gerektiren bir suçun işlendiğini göreviyle bağlantılı olarak öğrenip de yetkili makamlara bildirimde bulunmayı ihmal eden veya bu hususta gecikme gösteren kamu görevlisi, altı aydan iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.
(2) Suçun, adlî kolluk görevini yapan kişi tarafından işlenmesi halinde, yukarıdaki fıkraya göre verilecek ceza yarı oranında artırılır.

[70] *Madde 280- Sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmemesi*
(1) Görevini yaptığı sırada bir suçun işlendiği yönünde bir belirti ile karşılaşmasına rağmen, durumu yetkili makamlara bildirmeyen veya bu hususta gecikme gösteren sağlık mesleği mensubu, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

[71] Karakehya (n 1) s.337.

edilememesi şartlarının birlikte gerçekleşmesi gerekir.[72] Telekomünikasyon yoluyla iletişimin denetlenmesi (m.135)[73] ve gizli soruşturmacı görevlendirilmesi (m.139) gibi tedbirler, dijital iletişim kanallarını kullanan örgütlü yapılara karşı mücadelede kritik bir öneme sahiptir. Bu "gizli" müdahaleler, hukuk devleti ilkesi açısından değerlendirilirken karmaşık hukuki sorunlar doğurmaktadır.[74] Bununla birlikte, bu düzenlemeler, koruma tedbirlerinin tanımlanması, sınıflandırılması ve temel özelliklerinin belirlenmesi açısından yeni çözüm önerileri geliştirilmesinde önemli bir referans oluşturmaktadır.[75] CMK m.135, iletişimin denetlenmesine ilişkin birden fazla tedbiri aynı düzenleme altında toplamaktadır. Bunlardan ilki, şüpheli veya sanığın telekomünikasyon yoluyla yaptığı görüşmelerin dinlenmesi, kayda alınması ve sinyal bilgilerinin değerlendirilmesidir (m.135/1) ve delil toplama amacı taşır. İkinci tedbir, şüpheli veya sanığın mobil telefonunun yerinin tespit edilmesidir (m.135/5) ve yalnızca kişinin yakalanabilmesini sağlamayı hedefler. Üçüncü tedbir ise iletişimin içeriğine müdahale etmeden arama ve aranma gibi bilgilerinin tespit edilmesini kapsar (m.135/6). Bu üç tedbir, dijital gözetim kapsamında farklı amaçlara hizmet eden hukuki araçlar olarak düzenlenmiştir.[76] CMK m.135 kapsamında, şüpheli veya sanığın tanıklıktan çekinebilecek kişilerle iletişimi kayda alınamaz ve kayda alınan kayıtlar derhâl yok edilir. Tedbir kararında suç türü, kişi bilgileri, iletişim aracı ve süresi belirtilir; dinleme veya kayda alma süresi genellikle iki ay olup bir kez uzatılabilir, örgüt suçlarında toplam üç ayı geçmemek üzere ek süre verilebilir. Mobil telefon yer tespiti hâkim veya savcı kararıyla yapılabilir ve süresi belirlenir. Telekomünikasyon yoluyla iletişim tespiti, soruşturma aşamasında hâkim veya savcı, kovuşturma aşamasında mahkeme kararıyla gerçekleştirilir; işlemler gizli tutulur. Bu tedbirler yalnızca kanunda belirtilen belirli suçlar için uygulanabilir.[77] Basına da yansıyan Yargıtay 4. Ceza Dairesinin incelediği bir

[72] CMK (5271 sayılı Kanun) için Bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5271.pdf. (Erişim Tarihi: 26.10 2025).

[73] *CMK 135. Maddesi:*
(2) (Ek: 21/2/2014–6526/12 md.) Talepte bulunulurken hakkında bu madde uyarınca tedbir kararı verilecek hattın veya iletişim aracının sahibini ve biliniyorsa kullanıcısını gösterir belge veya rapor eklenir.
(3) Şüpheli veya sanığın tanıklıktan çekinebilecek kişilerle arasındaki iletişimi kayda alınamaz. Kayda alma gerçekleştikten sonra bu durumun anlaşılması hâlinde, alınan kayıtlar derhâl yok edilir.

[74] Modern Toplumda Hukuk Devleti için detaylı bilgi Bkz, Abdülazim İbrahim, *Modern Toplumda Hukuk Devleti: Siyasal Meşrulaştırma Aracı,* (Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2021) 23(1) s.251.

[75] Şenel Sarıkoğlu & Kürşad Kağan Ergün, *Dijital Çağda Türk Ceza Muhakemesi: Siber Suçlar Özelinde Koruma Tedbirlerinin Genel Teorisi*, (Hacettepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2025) 15(2) s.589.

[76] Recep Doğan, *Ceza Muhakemesi Hukukunda İletişimin Denetlenmesi Tedbiri ve Aihm Yaklaşımı*, (Adalet Dergisi, 2024) 2(73) s.123.

[77] *(4) Birinci fıkra hükmüne göre verilen kararda, yüklenen suçun türü, hakkında tedbir uygulanacak kişinin kimliği, iletişim aracının türü, telefon numarası veya iletişim bağlantısını tespite imkân veren kodu, tedbirin türü, kapsamı ve süresi belirtilir. Tedbir kararı en çok iki ay için verilebilir; bu süre, bir ay daha uzatılabilir. (Ek cümle: 25/5/2005 – 5353/17 md.) Ancak, örgütün faaliyeti çerçevesinde işlenen suçlarla ilgili olarak gerekli görülmesi halinde, hâkim yukarıdaki sürelere ek olarak her defasında bir aydan fazla olmamak ve toplam üç ayı geçmemek üzere uzatılmasına karar verebilir.*

olayda,[78] mağdur, kendisine yönelik telefonla tehdit ve hakaret suçlarının faillerinin belirlenmesi amacıyla telefon görüşmelerinin incelenmesini talep etmiştir. Cumhuriyet savcısı, telekomünikasyon kurumundan kayıt tespiti istemiş, ancak talep karşılanmayınca CMK m.135 uyarınca hâkimden karar talebinde bulunmuştur. Sulh ceza hâkimi ise, bu suçların katalog suçlar kapsamında olmadığı gerekçesiyle talebi reddetmiştir.[79]

Mağdurun kendi yaptığı iletişim kayıtlarının hukuki akıbeti tartışmalıdır. Bu konuda çeşitli görüşler mevcuttur. Örneğin, başka delil edinme imkânı ya da yetkili mercilere başvurma olanağı bulunmayan ani olaylarda veya hakaret ve tehdit gibi suçlarda, karşı tarafın rızası olmadan yapılan kayıtların meşru savunma ya da ona benzer hukuka uygunluk gerekçesi oluşturduğu ve ceza soruşturması ile kovuşturmasında kullanılabileceği Yargıtay Ceza Genel Kurulu tarafından kabul edilmiştir.[80]

2.3.3. İdari Yargı denetimi

İdari yaptırımların hukuka uygunluğunun denetlenmesi amacıyla, ilgililer idari mercilerde tam yargı veya iptal davası açabilirler. İptal davası, idarenin hukuka aykırı işlemlerini ortadan kaldırmayı hedefleyen bir dava türüdür ve böylece idarenin hukuk kurallarına bağlılığı ile hukuk devleti ilkesinin hayata geçirilmesini sağlar. Kesinleşmiş ve yürütülebilir nitelikteki hukuka aykırı bir idari yaptırım, menfaatleri zarar gören kişiler tarafından idari yargı mercilerinde incelenebilir. Bu davalarda işlem unsurlara ayrılarak ele alınmakta ve her bir unsur bakımından hukuka uygunluk denetimi yapılmaktadır.[81]

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) gibi düzenleyici ve denetleyici kamu kurumlarının tüm düzenlemeleri, kararları ve eylemleri, hukuk devleti ilkesinin gereği olarak idari yargının denetimine tabidir. 6352 sayılı Kanunla (02/07/2012) yapılan değişiklik öncesinde, BTK'ya karşı açılacak davalarda görevli mahkeme Danıştay iken, değişiklik sonrasında sadece ülke genelinde çıkarılan düzenleyici işlemlerde Danıştay yargı yetkisine sahip olmuştur. Bu düzenleme, Danıştay'ın iş yükünü hafifletmeyi amaçlasa da, düzenleyici kurumların kamu menfaati açısından kritik rollerini göz önünde bulundurduğunda eleştiriye

(5) Şüpheli veya sanığın yakalanabilmesi için, mobil telefonun yeri, hâkim veya gecikmesinde sakınca bulunan hallerde Cumhuriyet savcısının kararına istinaden tespit edilebilir. Bu hususa ilişkin olarak verilen kararda, mobil telefon numarası ve tespit işleminin süresi belirtilir. Tespit işlemi en çok iki ay için yapılabilir; bu süre, bir ay daha uzatılabilir. Detaylı Bilgi İçin bkz, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5271.pdf. (Erişim Tarihi: 26.10.2025)

[78] Yargıtay, 4.CD. E. 2007/8700, K. 2007/8903, T. 6/11/2007.

[79] Cumhur Şahin, *Telekomünikasyon Yoluyla İletişimin Denetlenmesi -Yargıtay Kararları Çerçevesinde Bir Değerlendirme-*, (Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2007) 11(1-2) s.1101.

[80] Yargıtay Ceza Genel Kurulu, E: 2010/5-187, K: 2011/131, T: 21.06.2011. Bkz, Doğan (n 72) s.132.

[81] Aytaç Yüksel, *Elektronik Haberleşme Hukukundaki İdari Yaptırımlar ve Yargısal Denetimi,* (İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2018) s.129.

açıktır. Demokratik hukuk devletinde esas olan, davaları hızlandırmak yerine adil ve etkin bir yargılama sistemi oluşturmaktır.[82]

Anayasa m. 20/3[83] uyarınca kişisel veriler, yalnızca kanunda öngörülen durumlarda veya kişinin açık rızasıyla işlenebilir. Bu bağlamda KVKK, verilerin işlenmesinde "kanunun hükmünü yerine getirme" ve "ilgili kişinin açık rızası" olmak üzere iki hukuka uygunluk gerekçesini belirler. KVKK ayrıca, kişisel verilerin kaydedilmesi, paylaşılması ve elde edilmesi faaliyetlerinin hukuka uygun olabilmesi için hem genel esaslara hem de özel şartlara uyulması gerektiğini düzenlemektedir.[84] 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK), verilen idari para cezalarına karşı hangi yargı yoluna başvurulacağını açıkça belirtmemektedir. Ancak 18. madde kapsamındaki ihlaller "kabahat" olarak değerlendirildiğinden, bu durumda 5326 sayılı Kabahatler Kanunu hükümleri uygulanır. Kurul kararlarına karşı, bildirimin ardından 15 gün içinde sulh ceza hâkimliğine başvuru yapılabilir. Yetki, veri sorumlusunun yerleşim yerindeki mahkemeye aittir. Bu nedenle KVKK kapsamındaki yaptırımlar, idari değil adli yargı (Sulh Ceza Hakimliği) denetimine tabidir.[85]

2.3.4. Uluslararası Yargısal Denetim (AİHM)

İkinci Dünya Savaşı sonrasında, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS) kapsamında güvence altına alınan temel hak ve özgürlüklerin korunmasını temin etmek amacıyla Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) kurulmuştur.[86]

Sözleşme'nin 8. maddesi ise, taraf devletlere bireylerin özel nitelikteki menfaat ve haklarına saygı duyma ve bunları koruma sorumluluğu yüklemektedir.[87] AİHM'e göre, Sözleşme'nin özel hayatın gizliliğini güvence altına alan hükümleri uyarınca, kitle iletişiminin gözetimine dair düzenlemeler en baştan itibaren etkili hukuki yorumlar içermelidir. Gözetim kararının

[82] Mehmet Fatih Gürkan, *Düzenleyici ve Denetleyici Kurum Olarak Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK),* (İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2013) 4(2) s.349.

[83] *Madde- 20/3: (Ek fıkra: 7/5/2010-5982/2 md.) Herkes, kendisiyle ilgili kişisel verilerin korunmasını isteme hakkına sahiptir. Bu hak; kişinin kendisiyle ilgili kişisel veriler hakkında bilgilendirilme, bu verilere erişme, bunların düzeltilmesini veya silinmesini talep etme ve amaçları doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığını öğrenmeyi de kapsar. Kişisel veriler, ancak kanunda öngörülen hallerde veya kişinin açık rızasıyla işlenebilir. Kişisel verilerin korunmasına ilişkin esas ve usuller kanunla düzenlenir.* Bkz, https://www.anayasa.gov.tr/tr/mevzuat/anayasa/. (Erişim Tarihi: 1.11.2025)

[84] Ezgi Aygün Eşitli, *Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Kişisel Verilere Yönelik İhlallere Karşı Türk Ceza Kanunu'nda Düzenlenen Suçlar*, (Başkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2024) 10(1) s.137.

[85] Salih İnan, *Kişisel Verilerin Korunması Kapsamındaki Yaptırımlara Karşı Yargısal Başvuru Yolları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme*, (Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 2021) 3(2) s.55.

[86] Abdülazim İbrahim*, İnsan Hakları Teorisi Uyarınca Eski ve Yeni Ahitte Düzenlenen Ortak Haklar* (Adalet Yayınevi, 2022) s.17.

[87] Elena-Mathilde Heiring, *Mass Surveillance and the Right to Privacy The approach of the European Court of Human Rights on Surveillance and the Right to Privacy,* (Retskraft – Copenhagen Journal of Legal Studies, 2022) 6(2) s.98.

verilmesi, uygulanması ve sona erdirilmesi süreçlerinde bu güvencelerin sağlanması ve işlemlerin yargısal denetime açık olması zorunludur. Ulusal hukukta, her aşamada alınacak önlemlerin orantılılık ve gereklilik ilkeleri yönünden denetlenmesine imkân tanınmalıdır. Ayrıca, iletişimin kitlesel biçimde izlenmesine ilişkin kararların yürütmeden bağımsız bir merci tarafından verilmesi, gözetim faaliyetlerinin kapsam ve amacının açıkça belirlenmesi ve işlemlerin tamamlanmasının ardından bağımsız bir organ tarafından denetlenmesi gerekmektedir. Son olarak, elde edilen verilerin belirli bir süre sonra silinmesini veya imhasını öngören hükümler de ulusal mevzuatta yer almalıdır.[88]

Özel hayata yapılan bir müdahalenin hukuka uygun olabilmesi için, bu müdahalenin demokratik bir toplumda gerekli ve orantılı olması gerekir. AİHM, böyle durumlarda müdahalenin toplumsal bir zorunluluk taşıyıp taşımadığını ve birey haklarıyla kamu yararı arasındaki dengeyi inceler. Bu denge gözetilmezse, müdahale ölçülü kabul edilemez. Ayrıca "demokratik toplumun gerekleri" kesin sınırlarla belirlenmediğinden, Mahkeme her olayı kendi koşulları içinde değerlendirir.[89] AİHS m.8,[90] bireylerin özel hayatını, aile hayatını, konutunu ve haberleşmesini korur. Bu kapsamda telefon ve diğer iletişim araçlarıyla yapılan haberleşmeler de özel hayatın bir parçası olarak değerlendirilir. AİHM, Lüdi v. İsviçre[91] ve Klass v. Almanya[92]

[88] Deniz Kızılsümer Özer, *İletişimin Kitlesel Gözetiminde Usuli Güvencelerin Sağlanması: Aihm'nin İki Kararı Çerçevesinde Değerlendirme*, (İnsan Hakları Yıllığı, 2024) 42(2) s.4.
[89] Güzey (n 35) s.183.
[90] *MADDE- 8: Özel ve aile hayatına saygı hakkı*
1. *Herkes özel ve aile hayatına, konutuna ve yazışmasına saygı gösterilmesi hakkına sahiptir.*
2. *Bu hakkın kullanılmasına bir kamu makamının müdahalesi, ancak müdahalenin yasayla öngörülmüş ve demokratik bir toplumda ulusal güvenlik, kamu güvenliği, ülkenin ekonomik refahı, düzenin korunması, suç işlenmesinin önlenmesi, sağlığın veya ahlakın veya başkalarının hak ve özgürlüklerinin korunması için gerekli bir tedbir olması durumunda söz konusu olabilir.* Bkz, https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_tur. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).

[91] Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, *Lüdi v. İsviçre* (1992) kararında, gizli bir polis ajanının kişiyle yaptığı telefon görüşmelerinin ve iletişim kayıtlarının kullanılmasını AİHS'nin 8. maddesi bağlamında incelemiştir. Mahkeme, gizli soruşturma yöntemlerinin, bireyin haberleşme gizliliğine müdahale oluşturduğunu; ancak bu müdahalenin kanunla öngörülmesi, meşru bir amaca dayanması ve demokratik bir toplumda gerekli olması hâlinde Sözleşme'ye uygun sayılabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, bu tür gizli dinleme ve izleme faaliyetlerinin yargısal denetim altında yürütülmemesi hâlinde bireylerin özel hayatına yönelik orantısız müdahalelere yol açabileceğini vurgulamıştır. Detaylı ilgi için Bkz, Case Of Lüdı V. Swıtzerland, (Application no. 12433/86), https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22itemid%22:[%22001-57784%22]}. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).

[92] Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, *Klass ve Diğerleri v. Almanya* (1978) kararında, devletin güvenlik amacıyla haberleşmeyi gizlice izlemesinin AİHS'nin 8. maddesi kapsamında özel hayatın ve haberleşmenin gizliliğine müdahale teşkil ettiğini kabul etmiştir. Mahkeme, demokratik toplumlarda gizli gözetimin tamamen yasaklanamayacağını, ancak bu tür müdahalelerin keyfiliği önleyecek açık, erişilebilir ve öngörülebilir yasal temellere dayanması gerektiğini vurgulamıştır. Kararda ayrıca, gizli izleme tedbirlerinin ancak ulusal güvenlik veya suçla mücadele gibi meşru amaçlarla, sınırlı ve orantılı şekilde uygulanabileceği, buna ek olarak etkili yargısal ve idari denetim mekanizmalarının bulunmasının zorunlu olduğu ifade edilmiştir. Detaylı bilgi için Bkz, Case Of Klass And Others V. Germany, (Application no. 5029/71), https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-57510%22]}. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).

kararlarında, telefon görüşmelerinin izinsiz dinlenmesini özel hayatın ve haberleşme özgürlüğünün ihlali olarak tespit etmiştir.[93]

Sözleşme, özel hayata yapılacak müdahalelerin kanunla belirlenmiş olmasını zorunlu kılar. Ancak yalnızca hukuki bir metnin varlığı yeterli değildir; düzenlemeler herkesin ulaşabileceği ve anlayabileceği şekilde olmalı, idareye keyfî uygulama imkânı vermemeli ve kişilerin haksızlığa uğramasını önleyecek güvenlik mekanizmalarını içermelidir.[94]

AİHM'e göre, dijital gözetim sistemleri kişilerin özel hayatına müdahale ederken kanunilik, ölçülülük ve denetim ilkelerine uygun olmalıdır.[95] Rusya'daki mobil iletişim dinlemesi davasında Mahkeme, mevzuatın bu kriterleri karşılamadığını ve etkili başvuru yollarının bulunmadığını belirlemiştir. Bu karar, AİHM'in dijital gözetimde birey haklarının korunmasına verdiği önemi ortaya koymaktadır.[96] AİHM, gizli gözetim tedbirlerinde kanunilik, meşru amaç ve demokratik toplum değerleriyle uyumun zorunlu olduğunu vurgulamaktadır. Toplu gözetim, hedef gözetmeksizin geniş veri toplaması nedeniyle istismara açık olup yargısal denetim ve ek güvenceler gerektirir. Mahkeme ayrıca, istihbarat paylaşımıyla elde edilen verilerin aynı denetim ve güvencelere tabi olması gerektiğini belirtmiştir. Bu kararlar, birey haklarının korunması ile ulusal güvenlik gereklilikleri arasındaki dengeyi sağlamaya yöneliktir.[97]

3. KARŞILAŞTIRMALI HUKUK PERSPEKTİFİ

Kişisel verilerin korunması, başlangıçta özel hayatın gizliliği kapsamında ele alınmış ve temel haklarla ilişkilendirilmiştir. Ulusal düzeyde Almanya, İsviçre ve Portekiz mevzuatında, uluslararası düzeyde ise Avrupa Konseyi ve Avrupa Birliği düzenlemelerinde yer bulmuştur.[98]

[93] Kasım Karagöz & Fatih Birtek, *İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesinin 8. Maddesi Kapsamında Telekomünikasyon Yoluyla Yapılan İletişimin Denetlenmesi,* (Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2008) 3(2) s.73.
[94] Güzey (n 35) s.183.
[95] Kızılsümer Özer (n 82) s.28.
[96] Case Of Roman Zakharov V. Russıa, (Application No. 47143/06), Bkz, https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-159324%22]}. (Erişim Tarihi:2.11.2025).
[97] Güzey (n 35) s.199.
[98] Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü için Bkz, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).

3.1.Avrupa Birliği (AB)

1981'deki Avrupa Konseyi 108 sayılı Sözleşmesi, bireyleri otomatik veri işleme karşısında koruyan ilk uluslararası belge olarak kabul edilir.[99] Kişisel verilerin otomatik sistemler aracılığıyla işlenmesi sürecinde bireylerin korunmasını amaçlayan bu sözleşme, yalnızca verilerin toplanması, saklanması ve kullanılmasına ilişkin ilkeleri düzenlemekle kalmaz; aynı zamanda kişilere, kendileri hakkında toplanan bilgilere yönelik denetim ve kontrol hakkı tanımayı da hedeflemektedir. Bu doğrultuda, kişisel verilerin korunmasına dair bir dizi hukuki ve idari kural öngörülmüştür.[100]

Türkiye, 108 sayılı Sözleşme'ye 28 Ocak 1981 tarihinde imza atmış, 2 Mayıs 2016'da onay sürecini tamamlamış ve sözleşme 1 Eylül 2016'da Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.[101] AB Direktifleri, tüm üye devletlerde doğrudan uygulanabilir nitelikte değildir; bu düzenlemelerin etkili olabilmesi için her ülkenin kendi iç hukukuna aktarılması gerekir. Bu süreçte üye devletlere belli bir takdir alanı tanındığından, Direktif hükümleri ülkeden ülkeye farklı biçimlerde yorumlanmış ve tam bir uyum sağlanamamıştır. Bu durum, kişisel verilerin korunması alanında AB genelinde birlik hedefinin tam olarak gerçekleşememesine yol açmıştır.[102]

108 sayılı Sözleşme, AİHS'nin 8. maddesinde güvence altına alınan özel hayatın gizliliği ilkesine dayanmakta olup,[103] bu maddeye aykırı şekilde yorumlanamaz. Aksine, 108 sayılı Sözleşme, AİHS'nin öngördüğü hakları kişisel verilerin korunması alanında somutlaştırarak güçlendirmektedir. Dolayısıyla, her iki düzenleme birbirini tamamlar niteliktedir ve 108 sayılı

[99] Gizem Gültekin Várkonyı, *Yolcu İsim Kayıtlarının Terörle Mücadele Kapsamında Yurt Dışına Yasal Aktarımı: Avrupa Birliği Uygulamaları ve Türkiye*, (TBB Dergisi, 2017) s.340.
[100] Habip Oğuz, *Elektronik Ortamda Kişisel Verilerin Korunması, Bazı Ülke Uygulamaları ve Ülkemizdeki Durum*, (Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 2013) (3) s.8.
[101] Alper Işık, *Kişisel Verilerin Korunmasında Öncü Bir Düzenleme: Avrupa Konseyi'nin 108 Sayılı Sözleşmesi*, (Kişisel verileri Koruma Kurumu Bülten, 2024-2025) (7), s.6.
[102] Murat Volkan Dülger, *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü Bağlamında Kişisel Verilerin Korunması,* (Yaşar Hukuk Dergisi, 2019) 1(2) s.79.
[103] *Madde-1*
Sözleşme'nin amacını ve kapsamını tanımlar. Bu madde, korunmanın konusuna odaklanır: kişisel verileri işlenen bireylerin korunması öngörülmektedir. Daha yakın dönemde ise, veri koruma hakkı Avrupa Birliği Temel Haklar Şartı'nın 8. maddesinde ve Sözleşme'ye taraf bazı devletlerin anayasalarında temel bir hak olarak yer almıştır.
Detaylı bilgi için Bkz, Convention 108+
https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/LIBE/DV/2018/09-10/Convention_108_EN.pdf. (Erişim Tarihi: 7.11.2025)

Sözleşme, AİHS'nin koruma standartlarını daraltmaksızın onları genişletici bir işleve sahiptir.[104]

Bilgi teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte, Avrupa Birliği ortak pazarının gerekleri ve kişisel verilerin temel haklara uygun biçimde serbest dolaşımını sağlama amacı doğrultusunda 24 Ekim 1995 tarihinde 95/46/EC sayılı "Kişisel Verilerin İşlenmesi ve Serbest Dolaşımı Bakımından Bireylerin Korunmasına İlişkin Direktif" kabul edilmiştir. [105] Bu düzenleme, bireylere gizlilik, veri işleme ve verilere erişim gibi haklar tanımış; bu haklardan yararlanabilmek için direktifin ulusal mevzuata aktarılmış olması koşulunu aramamıştır. Ancak, üye devletlerin direktifi iç hukuklarına uyarlama sürecinde isteksiz davranmaları ve farklı uygulamalar benimsemeleri, veri koruma standartlarında bütünlük sağlanmasını engellemiştir. Bu durum, ulusal düzenlemelerin yetersiz kalmasına ve Avrupa genelinde daha kapsamlı, doğrudan uygulanabilir bir yasal çerçeveye duyulan ihtiyacın ortaya çıkmasına yol açmıştır. [106] Nihayetinde, 95/46/EC sayılı Direktif, Avrupa Birliği'nde kişisel verilerin korunmasına ilişkin temel düzenleme olma özelliğini Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR)'nün yürürlüğe girmesiyle kaybetmiş ve yerini bu yeni bağlayıcı düzenlemeye bırakmıştır.[107] GDPR ile getirilen başlıca yenilikler arasında açık rıza, ağır yaptırımlar, erişim hakkı, unutulma hakkı, veri taşınabilirliği, tasarım aşamasında gizlilik ve veri koruma güvenilirliği yer almaktadır.[108]

Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR), bireylerin kişisel verilerinin korunmasını temel bir hak olarak tanımlayan ve bu konuda kapsamlı kurallar getiren bir düzenlemedir.[109] GDPR, sadece AB üye devletlerinde değil, küresel ölçekte de veri koruma standartlarını etkilemiştir. Bununla birlikte, düzenlemenin giderek "her şeyi kapsayan bir yasa" haline geldiği ve uygulamada hem bireyler hem kurumlar için belirsizlikler yarattığı eleştirileri yapılmaktadır.

---

[104] Frederik J. Zuiderveen Borgesius & Wilfred Steenbruggen, *The Right to Communications Confidentiality in Europe: Protecting Privacy, Freedom of Expression, and Trust,* (Theoretical Inquiries in Law, 2019) 19(2) s.300.
[105] Oğuz (n 95) s.9.
[106] Ayşe Nur Akıncı, *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü'nün Getirdiği Yenilikler ve Türk Hukuku Bakımından Değerlendirilmesi*, (İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, 2017) s.10.
[107] Oğuz (n 95) s.9.
[108] Ufuk Dal, *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü'nün ülke dışı uygulama yetkisi ve bu yetkinin uluslararası hukukta meşruiyeti*, (Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 2019) 1(1) s.22.
[109] *Madde 1 GDPR: Konu ve hedefler*

1. *Bu Yönetmelik, gerçek kişilerin kişisel verilerinin işlenmesinde korunmasına ilişkin esasları ve kişisel verilerin serbest dolaşımına ilişkin kuralları belirlemektedir.*
2. *Bu Yönetmelik, gerçek kişilerin temel hak ve özgürlüklerini, özellikle de kişisel verilerinin korunması hakkını korumaktadır.*
3. *Kişisel verilerin Birlik içinde serbest dolaşımı, gerçek kişilerin kişisel verilerinin işlenmesine ilişkin olarak korunmasıyla bağlantılı nedenlerle kısıtlanamaz veya yasaklanamaz.*

Bkz, https://gdpr-info.eu/ (Erişim Tarihi: 09.11.2025).

Günümüzde yapay zekâ, dijital hizmetler ve otomasyon teknolojilerindeki gelişmeler, GDPR'ın sınırlarını yeniden değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır.[110] GDPR, 95/46/EC sayılı Direktif'ten farklı olarak "tüzük" niteliğinde hazırlanmış ve bu yönüyle Avrupa Birliği ülkelerinde doğrudan geçerli bir düzenleme haline gelmiştir. Yeni Genel Veri Koruma Tüzüğü, önceki düzenlemeye göre bireysel hakları merkeze alan, idari yükü azaltan ve uygulamada etkin sonuçlar doğurmayı hedefleyen bir yaklaşım benimsemiştir.[111]

GDPR'nin uygulama alanı,[112] Avrupa Birliği içinde faaliyet gösteren veya AB'deki bireylerin verilerini işleyen tüm veri sorumlularını ve işleyicileri kapsamaktadır. Düzenleme, yalnızca AB sınırları içindeki kuruluşlarla sınırlı olmayıp, AB vatandaşlarına mal veya hizmet sunan ya da onların çevrimiçi davranışlarını izleyen AB dışı şirketler için de geçerlidir.[113] Uluslararası belgelerde özel hayatın gizliliği ve kişisel verilerin korunmasına dair hükümler yer almakta olup, bu konu İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nin 12. ve Medeni ve Siyasi Haklar Sözleşmesi'nin 17. maddelerinde düzenlenmiştir. Ancak, GDPR'nin geniş yetki alanını doğrudan meşrulaştıran herhangi bir uluslararası anlaşma bulunmamaktadır.[114]

2013'ten itibaren Birleşmiş Milletler, dijital çağda gizlilik hakkını ve kitlesel gözetimin etkilerini ele alan kararlar almış; bu kararlar, devletlerin gözetim yetkilerini sınırlaması ve kitlesel gözetimi kınaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, özel raportörler atanarak en iyi uygulamaların izlenmesi sağlanmış ve hem devletlerin hem de özel sektörün kişisel verileri

[110] Orla Lynskey, *Complete and Effective Data Protection*, (Complete and Effective Data Protection, 2023) (76) s.298.
[111] Dülger (n 97) s.85.
[112] *Madde 3 GDPR: Bölgesel kapsam*

1. *Bu Yönetmelik, işlemenin Birlik içinde gerçekleşip gerçekleşmediğine bakılmaksızın, Birlik içindeki bir denetleyici veya işleyici kuruluşunun faaliyetleri kapsamında kişisel verilerin işlenmesine uygulanır.*
2. *Bu Yönetmelik, Birlik'te yerleşik olmayan bir denetleyici veya işlemci tarafından, Birlik'te bulunan veri sahiplerinin kişisel verilerinin işlenmesine, işleme faaliyetlerinin aşağıdakilerle ilgili olması halinde uygulanır:*
    1. *Veri sahibine bir ödeme yapılması gerekip gerekmediğine bakılmaksızın, Birlik içindeki veri sahiplerine mal veya hizmet sunulması; veya*
    2. *Davranışlarının Birlik içerisinde gerçekleşmesi halinde davranışlarının izlenmesi.*
3. *Bu Yönetmelik, Birlik içinde yerleşik olmayan, ancak Üye Devlet hukukunun uluslararası kamu hukuku uyarınca uygulandığı bir yerde bulunan bir denetleyici tarafından kişisel verilerin işlenmesine uygulanır.*

Bkz, https://gdpr-info.eu/art-3-gdpr/ (Erişim Tarihi: 09.11.2025)
[113] Akıncı (n 101) s.23.
[114] Dal (n 103) s.29.

işlerken insan haklarına saygı göstermesi ve şeffaf politikalar geliştirmesi gerektiği vurgulanmıştır.[115]

3.2.Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'de gözetim teknolojilerini düzenleyen çok sayıda yasa olsa da, asıl çerçeveyi Yüksek Mahkeme'nin Dördüncü Değişiklik[116] içtihatları belirler. Bu değişiklik, bireylerin özel alanlarının keyfî arama ve el koymalardan korunmasını ve aramaların mahkeme kararıyla yapılmasını öngörür. Ancak mahkeme hangi gözetim faaliyetlerinin "arama" sayılacağını belirlemede zorluk yaşamış, dolayısıyla dijital gözetim üzerinde etkisi sınırlı kalmıştır.[117] "Dördüncü Değişiklik Satılık Değil Yasası", devletin kişisel verileri özel şirketlerden mahkeme kararı olmadan satın almasını yasaklayarak yargısal denetimi güçlendirmeyi amaçlamaktadır. ABD'de dijital gizliliği korumaya yönelik diğer bir karar da "PRESS Yasası" dır.[118] Bu yasa gazetecilerin e-posta ve telefon kayıtlarının gizlice elde edilmesini önleyerek haber kaynaklarının korunmasını hedeflemektedir. Her iki tasarı da Temsilciler Meclisi'nde kabul edilip Senato'ya gönderilmiştir.[119]

1978'te yürürlüğe giren Foreign Intelligence Surveillance Act (FISA), ABD'de devletin dijital gözetim faaliyetlerine ilişkin ilk kapsamlı yasal çerçeveyi oluşturmuştur. Bu düzenleme ile yürütme organının yabancı kişi ve kuruluşlara yönelik elektronik izleme faaliyetleri, artık yargısal denetim altında gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Böylece bireysel özgürlüklerin korunması ile ulusal güvenliğin sağlanması arasındaki denge, hukuki bir zemine oturtulmuştur.[120] FISA, devletin yabancı istihbarat amacıyla yürüttüğü elektronik gözetimi hukuki kurallara bağlayarak keyfi uygulamaları önlemeyi hedeflemiştir. Bu yasa, gözetimin

[115] Avrupa veri koruma hukuku El Kitabı, 2018 Baskısı, s.21. Bkz, https://itlaw.bilgi.edu.tr/media/2020/3/30/Bilgi_Avrupa_Veri_Koruma_Mevzuat%C4%B1_El_Kitab%C4%B1_2018_TR_v01_16022019.pdf?utm_source. (Erişim Tarihi: 2.11.2025)

[116] *Dördüncü Değişiklik: Halkın, kişilerinin, evlerinin, evraklarının ve eşyalarının makul olmayan aramalara ve el koymalara karşı güvende olma hakkı ihlal edilmeyecek ve hiçbir Arama Emri, yemin veya beyanla desteklenen makul bir sebep olmadan ve aranacak yeri ve el konulacak kişileri veya eşyaları ayrıntılı olarak tanımlamadan çıkarılmayacaktır.* Bkz, https://constitution.congress.gov/constitution/amendment-4/?utm_source. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).

[117] Christopher Slobogin & Sarah Brayne, *Annual Review of Criminology Surveillance Technologies and Constitutional Law*, (Annual Reviews, 2023) (6) s.227.

[118] Madde 2074, 118. Kongre 1. Oturum için Bkz, https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/2074/text. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).

[119] Gizlilik Haklarının Geri Alınması: Dijital Gözetime Karşı Mücadele Eden Kuruluşlar İçin Bir Yol Haritası, Bkz, https://fas.org/publication-term/digital-surveillance/?utm_source. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).

[120] Judith B. Anderson, *The Constitutionality of the Foreign Intelligence Surveillance Act of 1978*, (Vanderbılt Journal Of Transnatıonal Law, 1983) 16(1) s. 231.

yalnızca yabancı güçler veya onların ajanları üzerinde ve yabancı istihbarat bilgisi toplama amacıyla yapılabileceğini öngörür. Gözetim izinleri, Kongre tarafından kurulan Yabancı İstihbarat Gözetimi Mahkemesi (FISC) tarafından denetlenir ve yalnızca makul şüphe bulunan durumlarda onaylanabilir. Böylece FISA, ulusal güvenlik ile bireysel haklar arasındaki dengeyi hukuki denetim altında korumayı amaçlamaktadır.[121] FISA'nın gözetim yetkilendirme süreci üç aşamadan oluşur: Başkanın Adalet Bakanı'na yetki vermesi, bakanın başvuruyu onaylaması ve özel yetkili bir FISA hâkiminin makul şüpheye dayanarak kararı değerlendirmesi. Yasa, yalnızca yabancı güçler veya onların ajanlarına yönelik gözetimi onaylar ve ABD vatandaşları için ek koruma hükümleri öngörür. Ayrıca, yapılan gözetim faaliyetleri hakkında Kongre'ye düzenli raporlama yükümlülüğü getirir.[122] FISA kapsamında elde edilen deliller, yalnızca yabancı istihbarat amacıyla toplanmışsa ve minimizasyon prosedürlerine uygun şekilde işlenmişse ceza yargılamasında kullanılabilir. Hükûmet bu delilleri kullanmadan önce ilgili kişiye önceden bildirim yapmak zorundadır. Kişi, delillerin hukuka aykırı elde edildiği iddiasıyla itiraz edebilir; ancak Adalet Bakanı, ulusal güvenlik gerekçesiyle belgelerin açıklanmasına karşı çıkabilir. Bu durumda mahkeme belgeleri gizli inceleyerek gözetimin hukuka uygunluğunu değerlendirir.[123]

United States v. Falvey[124] davasında sanıklar, FISA kapsamında yapılan elektronik gözetimin Anayasa'ya aykırı olduğunu ileri sürmüş, ancak mahkeme gözetimin hukuka ve anayasal ilkelere uygun yürütüldüğüne karar vermiştir. Bu karar, FISA'nın anayasal sınırlarının ilk kez yargı önünde değerlendirildiği emsal niteliğinde bir davadır.[125] Aynı doğrultuda *United States v. Belfield* kararında mahkeme, FISA kapsamında yürütülen elektronik gözetimlerin yasallığının in camera (gizli) ve ex parte (tek taraflı) biçimde incelenebileceğini kabul etmiştir. Bu kararla, sanıkların her durumda gözetim hakkında bilgilendirilme veya belgelere erişim hakkı bulunmadığı, devletin ulusal güvenlik gerekçesiyle gizlilik esasına dayanabileceği belirtilmiştir. Mahkeme, FISA'nın bireysel mahremiyet ile dış istihbarat arasındaki dengeyi makul biçimde kurduğunu vurgulamıştır.[126]

[121] Rachel G. Miller, *FISA Section 702: Does Querying Incidentally Collected Information Constitute a Search Under the Fourth Amendment?,* (Notre Dame Law Review Reflection, 2020) 95(3) s.142.
[122] Anderson (n 102) s.242.
[123] Miller (n 103) s.143.
[124] Mahkeme Kararı İçin Bkz, https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/FSupp/540/1306/1611927/. (Erişim Tarihi: 5.11.2025).
[125] Anderson (n 102) s.244.
[126] Brandon Clınt Russell, *In The Unıted States Dıstrıct Court For The Dıstrıct Of Maryland*, (Unıted States Of Amerıca, Crim. No. JKB-23-0056), s.15.

ABD'de elektronik gözetim, *Elektronik İletişim Gizliliği Yasası (ECPA)*[127] ile düzenlenir. Ancak ECPA'nın büyük kısmı 1986'da kaleme alınmış olup, halk interneti, yaygın cep telefonu hizmetleri, bulut bilişim ve sosyal ağların ortaya çıkmasından önceki döneme aittir. Bu nedenle, yasanın öngörmediği modern teknolojilere uygulanması mahkemeler, kolluk kuvvetleri, servis sağlayıcılar ve sıradan kullanıcılar için giderek daha zorlayıcı ve rahatsız edici bir mesele haline gelmiştir.[128] ECPA, çalışan iletişimlerinin gizliliğini korumak amacıyla Wiretap Act ve Stored Communications Act olmak üzere iki temel başlık içerir. Wiretap Act, iletişimlerin iletim halindeyken izinsiz dinlenmesini yasaklarken; Stored Communications Act, saklanan elektronik verilere yetkisiz erişimi engeller. Böylece yasa, iletişim gizliliğini hem iletim sürecinde hem de veri depolama aşamasında koruma altına alır.[129] ECPA'nın 2701. bölümü, elektronik iletişim hizmeti sunan sistemlere izinsiz veya yetki sınırını aşarak erişimi yasaklar. Kişilerin bu sistemlerdeki verileri elde etmesi, değiştirmesi ya da erişimi engellemesi suç olarak kabul edilir. Ancak, hizmet sağlayıcısının veya iletişimin tarafının açık izniyle yapılan işlemler ile belirli yasal düzenlemeler (örneğin devletin zorunlu erişimi veya yedekleme amaçlı işlemler) bu yasaktan istisna tutulmuştur.[130]

3.3.Türkiye Bağlamında Değerlendirme

21.yüzyılın başlarından itibaren Türkiye, dijital ortamı düzenlemek ve siber suçlarla mücadele etmek amacıyla çeşitli yasalar çıkarmıştır. Bu kapsamda en önemlileri arasında Türk Ceza Kanunu (2004), 5651 sayılı İnternet Kanunu (2007), 7253 sayılı Kanun (2020) ve Elektronik Haberleşme Kanunu (2008) bulunmaktadır. Son olarak, 13 Ekim 2022'de yürürlüğe giren 7418 sayılı Kanun, dezenformasyonla mücadeleye odaklanan 40 maddelik düzenlemeler getirmiştir. Kanunun özellikle Ekim ayında yürürlüğe giren maddeleri, bu yasaların kapsamını ve etkilerini netleştirmeye yöneliktir.[131]

Türkiye'de elektronik haberleşme alanında kişisel verilerin korunmasına yönelik ilk düzenleme, 2004'te yayımlanan "Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Verilerin İşlenmesi ve

[127] Gizlilik: Elektronik İletişim Gizliliği Yasası'na Genel Bakış için Bkz, https://www.congress.gov/crs-product/R41733?utm_source. (Erişim Tarihi: 6.11.2025).
[128] Charles H. Kennedy, *An ECPA For The 21st Century: The Present Reform Efforts And Beyond*, (Commlaw Conspectus, 2011) (20) s.129.
[129] Isabela Possino, *Employee Monit ee Monitoring: As T oring: As Technology Adv echnology Advances Y ances Yet the Electr et the Electronic Communications Privacy Act Stays in the Past*, (SMU Science and Technology Law Review, 2023) 26(1) s. 137.
[130] Kennedy (n 110) s.136.
[131] Mustafa Aydemir, Constructıon Of Truth In The Context Of Eu Dıgıtal Servıces Act And Dısınformatıon Regulatıon: A Comparatıve Analysıs, (Bilişim Hukuku Dergisi, 2025), 7(1) s.32.

Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik"tir.[132] Bu yönetmelik, AB'nin 2002/58/EC Direktifi ve Telsiz Kanunu esas alınarak hazırlanmıştır.[133]

Türkiye'de kapsamlı bir veri koruma yasasının çıkmasının gecikmesi üzerine, devlet özellikle elektronik haberleşme alanında sektörel düzenlemelere yönelmiştir. Bu amaçla kurulan Telekomünikasyon Kurumu, 2004 ve 2008 yıllarında yayımladığı yönetmeliklerle iletişim güvenliği, trafik ve konum verileri, arayan numarası bilgisi ve spam gibi konularda AB'nin e-Gizlilik Direktifi'ni temel alan bir çerçeve oluşturmuştur.[134]

Türkiye'nin Avrupa Birliği üyeliği hedefi doğrultusunda, ülkenin veri gizliliği mevzuatının Avrupa normlarıyla uyumlu olması zorunludur. Bu bağlamda, toplu gözetime karşı koruyucu mekanizmalar öncelikli olarak hayata geçirilmelidir ve bireylerin gizlilik haklarını ihlal edebilecek belirsiz gerekçeler kullanılmamalıdır.[135] Bu doğrultuda 24 Mart 2016'da kabul edilen ve 7 Nisan 2016'da yürürlüğe giren 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, kişisel verilerin işlenmesinde özel hayatın gizliliğini ve bireylerin temel haklarını korumayı amaçlamaktadır. Kanun, veri işleyen kişi ve kurumların yükümlülüklerini belirlerken, Türkiye'nin AB nezdinde veri koruma güvenilirliği kazanmasını sağlamış ve bağımsız bir Veri Koruma Kurumu kurulmasını öngörmüştür. Ayrıca, bilgi teknolojileri sektörünün uluslararası hizmet sunumu ve sınır ötesi veri paylaşımı açısından da önemli fırsatlar yaratmaktadır.[136] Kişisel verilerin korunması kanunu, GDPR'dan ilham alarak hazırlanmış ve veri sahiplerine benzer düzeyde koruma sağlamayı hedeflemektedir. Kurumun rehber ve kararları sayesinde KVKK ile GDPR temel ilkeler açısından uyumludur, ancak belirli hukuki dayanaklar ve veri hakları tanımları bakımından farklılıklar mevcuttur. Uygun düzenlemeler ve iyileştirmelerle KVKK, GDPR ile eşdeğer bir koruma sağlayabilir.[137] Bu yeni veri koruma rejimleri, bireyler için yeni haklar tanırken, kuruluşlar için uyum sürecinde belirsizlikler de yaratmaktadır. Özellikle verilerin yasal olarak sınır ötesine aktarımı ve çevrimiçi, bulut veya küresel veri tabanları kullanan kuruluşların yükümlülükleri temel sorular arasında yer almakta; bu nedenle

[132] Detaylı Bilgi İçin Bkz, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/20201204-13.htm. (Erişim Tarihi: 9.11.2025).
[133] Elektronik Haberleşme Sektöründe Veri Gizliliği Düzenlemeleri İçin Bkz, https://inet-tr.org.tr/inetconf17/bildiri/8.pdf. s.3. (Erişim Tarihi: 9.11.2025).
[134] Omer Tene & Yucel Saygın, *Privacy and Data Protection in Turkey: (Inching) Towards a European Framework*, (Privacy and Security Law Report, 2011) s.3.
[135] H. Akın Ünver, *Data Privacy and Surveillance in Turkey: An Assessment of the Draft Law on the Protection of Personal Data*, (EDAM Cyber Policy Paper Series 2, 2016) s.15.
[136] Akıncı (n 101) s.26.
[137] Adife Gül Evren, *Avrupa Birliği ve Türkiye Kişisel Verilerin Korunması Kanunlarının Karşılaştırmalı Analizi: Temel İlkeler, Yasal Dayanaklar ve İlgili Kişi Hakları,* (Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 2023) 5(2) s.40.

iki rejimin karşılaştırılması, ortak noktaların ve farklılıkların belirlenmesi, veri koruma uyumluluğu kültürünün geliştirilmesi ve olası ihlallerde ağır cezaların önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır.[138]

SONUÇ

Dijital gözetim, modern devletlerin güvenlik politikalarının ayrılmaz bir unsuru haline gelmiştir. Ancak bu durum, bireyin mahremiyet alanını tehdit eden yeni bir anayasal denge sorununu da beraberinde getirmiştir. Devletin bilgi toplama ve izleme kapasitesi, anayasal sınırlarla çevrilmediğinde, keyfî müdahalelere ve temel hak ihlallerine yol açabilmektedir. Bu nedenle dijital gözetim alanında meşruiyetin tek ölçütü güvenlik kaygısı değil, aynı zamanda hukuk devleti ilkeleri olmalıdır.

Türkiye açısından Anayasa Mahkemesi'nin içtihatları, gözetim uygulamalarında ölçülülük ve yargısal denetim ilkelerinin önemini vurgulamaktadır. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları ise demokratik toplumlarda gözetim faaliyetlerinin sınırlarının belirlenmesinde rehber niteliğindedir. Avrupa Birliği'nin veri koruma standartları, bireyin dijital haklarını koruyan normatif bir model oluştururken, ABD'deki düzenlemeler ulusal güvenlik odaklı daha geniş bir gözetim yetkisini öngörmektedir.

Sonuç itibarıyla, dijital gözetimin anayasal sınırlar içinde yürütülmesi, güvenlik ile özgürlük arasındaki hassas dengeyi korumanın yegâne yoludur. Etkin yargısal denetim, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkeleri, bireyin dijital çağda da temel hak ve özgürlüklerini korumanın temel güvenceleridir. Demokratik hukuk devleti, teknolojinin sunduğu gözetim imkânlarını değil, bireyin onurunu ve özgürlüğünü merkeze alan bir hukuk anlayışını esas almak zorundadır.

KAYNAKÇA

AK, H. *Büyük Birader ve Gözetim Devleti*, Genç Hukukçular Hukuk Okumaları, ss.381-389.
AKINCI, AN. (2017), *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü'nün Getirdiği Yenilikler ve Türk Hukuku Bakımından Değerlendirilmesi*, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, ss.1-41.
AKMAN, K. & ÖVGÜN, B. (2022), *Devletin Gölgesinde Dijitalleşmenin Dönüştürdüğü Mahremiyet*, Amme İdaresi Dergisi, 55(1), ss.35-61.
ANDERSON, JB. (1983), *The Constitutionality of the Foreign Intelligence Surveillance Act of 1978*, Vanderbılt Journal Of Transnatıonal Law, 16(1) ss. 230-259.

[138] Aslı Deniz Helvacıoğlu & Hanna Stakheyeva, *İki veri koruma rejiminin öyküsü: AB yenilikleri ışığında Türkiye'deki son hukuk reformunun analizi*, (Bilgisayar Hukuku ve Güvenlik Dergisi, 2017) 33(6) s.812.

ARSLANTAŞ TOKTAŞ, S. & BİNARK, M. & DİKMEN, EŞ. & BARIŞ FİDANER, I. & KÜZECİ, E. & ÖZAYGEN, A. (2012), *Türkiye'de Dijital Gözetim T.C. Kimlik Numarasından E-Kimlik Kartlarına Yurttaşın Sayısal Bedenlenişi*, Alternatif Bilişim Derneği, İstanbul.
Avrupa veri koruma hukuku El Kitabı, 2018 Baskısı, https://itlaw.bilgi.edu.tr/media/2020/3/30/Bilgi_Avrupa_Veri_Koruma_Mevzuat%C4%B1_El_Kitab%C4%B1_2018_TR_v01_16022019.pdf?utm_source. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).
AYDEMİR, M. (2025), Constructıon Of Truth In The Context Of Eu Dıgıtal Servıces Act And Dısınformatıon Regulatıon: A Comparatıve Analysıs, Bilişim Hukuku Dergisi, 7(1) ss.1-45.
AYDIN, İ. (2024), *Aihm Kararları Işığında Terörle Mücadelede İdari Kolluğun Genel İzleme ve Takip Yetkisi ve Özel Hayatın Korunması*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 34(1), ss.2017-235.
AYGÜN EŞİTLİ, E. (2024), *Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Kişisel Verilere Yönelik İhlallere Karşı Türk Ceza Kanunu'nda Düzenlenen Suçlar*, Başkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 10(1), ss.123-167.
AYKANAT, T. & METİN, Y. (2023), *Bireysel Başvuruda İhlal Edildiği İleri Sürülen Temel Hak ve Özgürlüklerin Kapsamının Belirlenmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 13(1), ss.3-44.
AYM. (*Fırat Gerçek* [1. B.], B. No: 2019/25604, 21/9/2022, § …)
AYM. (*Ümit Eyüpoğlu* [2. B.], B. No: 2018/6161, 28/6/2022, § …)
BAŞAR, C. (2017), *Devletin Kitlesel Gözetleme Araçlarının Özgürlükler ve Hukuk Güvenliği Üzerindeki Etkileri ile Bunların Yasal Dayanakları Üzerine Bir İnceleme*, TBB Dergisi, (133), ss.97-132.
BAUMAN, Z. & LYON, D. (2013), *Akışkan Gözetim*, (Çev. Elçin Yılmaz), Ayrıntı Yayınları, 2. Basım.
BİLİR, F. (2023), *Kişisel Verilerin Korunması Yönündeki Uygulama ve Hukuki Düzenlemelerin Ortaya Çıkışı*, Adalet Dergisi, 2(71), ss.631-651.
Case Of Lüdı V. Swıtzerland, (Application no. 12433/86), https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22itemid%22:[%22001-57784%22]}. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).
Case Of Roman Zakharov V. Russıa, (Application No. 47143/06), Bkz, https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-159324%22]}. (Erişim Tarihi:2.11.2025).
Case Of Klass And Others V. Germany, (Application no. 5029/71), https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-57510%22]}. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).
Convention 108+ https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/LIBE/DV/2018/09-10/Convention_108_EN.pdf. (Erişim Tarihi: 7.11.2025).
ÇETİN, SH. (2020), *Mit'in Görev ve Faaliyetine İlişkin Bilgi ve Belge Üzerinde Suç İşlenmesi ile Mit Mensuplarının Kimliklerinin İfşa Edilmesi ve Kimlikleri Üzerinde İşlenen Sahtecilik Suçu (2937 SAY. Kanun m. 27/1 ve 2),* İzmir Barosu Dergisi, ss.65-116.
ÇETİNKAYA, A. (2024), *Sulh Ceza Hâkimlikleri Tarafından 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Kapsamında Verilen Kararlara Anayasa Mahkemesinin Hak İhlali Yaklaşımı*, Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 32(2), ss.779-809.
ÇOŞKUN, A. (2023), *Dijital Gözetim Kavramının Literatürdeki Gelişimi: Bibliyometrik Bir İnceleme*, Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi, (11), ss.51-75.
DAL, U. (2019), *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü'nün ülke dışı uygulama yetkisi ve bu yetkinin uluslararası hukukta meşruiyeti*, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 1(1) ss.21-33.
DEMEZ, İ. (2021), *Kişilik Haklarının İhlali Nedeniyle İnternet Sitelerine Erişimin Engellenmesi ve/veya İçeriğin Yayından Çıkarılmasında Görev ve Yetki Sorunu*, Bilişim Hukuku Dergisi, 3(2), ss.338-429.

DERDİMAN, RC. & TATAROĞLU, N. (2016), *Devlet Gözetimi ile İnsan Haklarının Uyumlaştırılması Sorunu ve Çözüm Önerileri*, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 7(1), ss.247-293.
DOĞAN, AS. (2020), *Kişilik Hakkının 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Kapsamında Korunması*, (Bilişim Hukuku Dergisi, 2(2), ss.143-180.

DOĞAN, R. (2024), *Ceza Muhakemesi Hukukunda İletişimin Denetlenmesi Tedbiri ve Aihm Yaklaşımı*, Adalet Dergisi, 2(73), ss.121-163.
DÜLGER, MV. (2019), *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü Bağlamında Kişisel Verilerin Korunması,* Yaşar Hukuk Dergisi, 1(2) ss.71-174.
EREN, A. (2025), *Dijital Egemenlik Kavramı ve Anayasa Mahkemesinin Dijital Egemenliğe Yaklaşımı*, Anayasa Yargısı, 42(1), ss.557-582.
Evren, AG. (2023), *Avrupa Birliği ve Türkiye Kişisel Verilerin Korunması Kanunlarının Karşılaştırmalı Analizi: Temel İlkeler, Yasal Dayanaklar ve İlgili Kişi Hakları,* Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 5(2) ss.39-64.
GÖK, MS. (2012), *5651 Sayılı Kanun ve Bilgi Güvenliği İlişkisi*, XII levha Yayınları, 1. Baskı, İstanbul.
Guiding Principles on Government Use of Surveillance Technologies, Developed through consensus by the Freedom, ss.1-5.
GÜLTEKİN VÁRKONYI, G. (2017), *Yolcu İsim Kayıtlarının Terörle Mücadele Kapsamında Yurt Dışına Yasal Aktarımı: Avrupa Birliği Uygulamaları ve Türkiye*, TBB Dergisi, ss.339-382.
GÜR*, M. (2025), Gözetimde Kişisel Verilerin Korunması*, Kişisel Verilerin Korunmasına Uzman Bakış-2- KVKK Yayınları, Ankara, ss.545-581.
GÜRDAL, E. (2021), *Dijital Kamu Diplomasisi Mi Dijital Gözetim Mi?*, Mecmua Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 6(11), ss.417-434.
GÜRKAN, MF. (2013), *Düzenleyici ve Denetleyici Kurum Olarak Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK),* İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 4(2) ss.333-356.
GÜZEY, E. (2020), *Aihm Kararları Çerçevesinde Kitlelerin İstihbarat Maksatlı Gözetimi*, SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, 30(2), ss.179-208.
HELVACIOĞLU, AD. & STAKHEYEVA H. (2017), *İki veri koruma rejiminin öyküsü: AB yenilikleri ışığında Türkiye'deki son hukuk reformunun analizi*, Bilgisayar Hukuku ve Güvenlik Dergisi, 33(6) ss.811-824.
https://constitution.congress.gov/constitution/amendment-4/?utm_source. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).
https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).
https://fas.org/publication-term/digital-surveillance/?utm_source. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).
https://freedomonlinecoalition.com/wpcontent/uploads/2023/03/FOC_Guiding_Principles_on_Government_Use_of_Surveillance_Technologies.pdf. (Erişim Tarihi: 12.10.2025).
https://gdpr-info.eu/ (Erişim Tarihi: 09.11.2025).
https://inet-tr.org.tr/inetconf17/bildiri/8.pdf. (Erişim Tarihi: 9.11.2025)
https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/FSupp/540/1306/1611927/. (Erişim Tarihi: 5.11.2025).
https://mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5237.pdf. (Erişim Tarihi: 16.10.2025).
https://sozluk.gov.tr/. (Erişim Tarihi: 09.10.2025).
https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/2074/text. (Erişim Tarihi: 4.11.2025).
https://www.congress.gov/crs-product/R41733?utm_source. (Erişim Tarihi: 6.11.2025).
https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_tur. (Erişim Tarihi: 2.11.2025).
https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo =6698&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5. (Erişim Tarihi: 12.10.2025).
https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5271.pdf. (Erişim Tarihi: 26.10 2025).
https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/20201204-13.htm. (Erişim Tarihi: 9.11.2025).
IŞIK, A. (2022), *Anayasa Mahkemesi'nin 5651 Sayılı Kanun'un 9. Maddesi Bağlamında İnternete Erişimin Engellenmesine Dair Değişen Yaklaşımının Değerlendirilmesi*, Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 30(3), ss.967-998.

IŞIK, A. (2024-2025), *Kişisel Verilerin Korunmasında Öncü Bir Düzenleme: Avrupa Konseyi'nin 108 Sayılı Sözleşmesi*, Kişisel verileri Koruma Kurumu Bülten, (7) ss.1-46.
İBRAHİM, A. (2025), *Abd, Fransa ve Türkiye'de Yasaların Anayasaya Uygunluğunun Denetimi*, Adalet Yayınevi.
İBRAHİM, A. (2025), *Dijital Sessizlik Hakkı Anayasayla Güvence Altında Bir Görünmezlik Özgürlüğü*, 2. Internatıonal Avrasya Scıentıfic Research And Innovatıon Congress, ss.429-450.

İBRAHİM, A. (2022), *İnsan Hakları Teorisi Uyarınca Eski ve Yeni Ahitte Düzenlenen Ortak Haklar*, Adalet Yayınevi.
İBRAHİM, A. (2021), *Modern Toplumda Hukuk Devleti: Siyasal Meşrulaştırma Aracı,* Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23(1) ss.233-256.
İBRAHİM, A. (2022), *Mukayeseli Hukukta Azınlık Hakları,* Adalet Yayınevi.
İBRAHİM, A. (2021), *Ortadoğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Anayasası*, Turhan Kitabevi.
İNAN, S. (2021), *Kişisel Verilerin Korunması Kapsamındaki Yaptırımlara Karşı Yargısal Başvuru Yolları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme*, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 3(2) ss.50-65.
JEROUDİ, L. *Surveıllance And Human Rıghts*, Geneva Centre For Human Rights Advancement And Global Dıalogue.
KALAMAN, S. (2019), *Yeni Medya ve Dijital Gözetim: Türkiye'deki Sosyal Medya Kullanıcıları Üzerine Bir Araştırma*, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 26(2), ss.575-594.
KALKAN, D. (2023), *Terörle Mücadele Hukukunda İstihbaratın Yeri*, KHM, 3(2), ss.375-402.
KARAGÖZ, K. & BİRTEK, F. (2008), *İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesinin 8. Maddesi Kapsamında Telekomünikasyon Yoluyla Yapılan İletişimin Denetlenmesi,* Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 3(2) ss.71-117.
KARAKEHYA, H. (2009), *Gözetim ve Suçla Mücadele*, Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 58(2), ss.319-357.
KAYMAZ, S. (2015), *Ceza Muhakemesinde Telekomünikasyon Yoluyla Yapılan İletişimin Denetlenmesi*, Seçkin Yayıncılık, 4. Baskı.
Kemal Gözler Başvurusu, AYM., 19.04.2018, BN. 2014/5232.
KENNEDY, CH. (2011), *An ECPA For The 21st Century: The Present Reform Efforts And Beyond*, Commlaw Conspectus, (20) ss.129-161.
KIZILSÜMER ÖZER, D. (2024), *İletişimin Kitlesel Gözetiminde Usuli Güvencelerin Sağlanması: Aihm'nin İki Kararı Çerçevesinde Değerlendirme*, İnsan Hakları Yıllığı, 42(2) ss.1-43.
KÖNİGS, P. (2022), *Government Surveillance, Privacy, and Legitimacy,* Philosophy & Technology, 35(8), ss.1-22.
LYNSKEY, O. (2023), *Complete and Effective Data Protection*, Complete and Effective Data Protection, (76). ss.279-343.
MATHİLDE HEİRİNG, E. (2022), *Mass Surveillance and the Right to Privacy The approach of the European Court of Human Rights on Surveillance and the Right to Privacy,* Retskraft – Copenhagen Journal of Legal Studies, 6(2), ss.93-113.
MİLLER, RG. (2020), *FISA Section 702: Does Querying Incidentally Collected Information Constitute a Search Under the Fourth Amendment?,* Notre Dame Law Review Reflection, 95(3) ss.138-157.
Murat Haliç, B. No: 2017/24356, 8/7/2020.
NASIROVA, S. (2024), *Dijital Gözetim Sisteminde Devlet Egemenliği*, Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, ss.1-502.
OĞUZ, H. (2013), *Elektronik Ortamda Kişisel Verilerin Korunması, Bazı Ülke Uygulamaları ve Ülkemizdeki Durum*, Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, (3) ss.1-38.
ÖLMEZ, CB. (2015), *Türk Hukukunda Haberleşme Özgürlüğüne Müdahalenin Ölçüsü,* Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23(1), ss.147-176.
ÖZKAYA, Y. (2022), *5651 Sayılı Kanun Kapsamında Suç İşlenmesinin Önlenmesi Amacıyla İnternet Erişiminin Engellenmesi*, Bilişim Hukuku Dergisi, 4(1), ss.81-140.
PARÇİL, C. (2018), *Dijital Gözetim: Sosyal Medya*, II. Marmara Üniversitesi Lisansüstü İletişim Öğrencileri Kongresi, ss.1-17.
POSSİNO, I. (2023), *Employee Monit ee Monitoring: As T oring: As Technology Adv echnology Advances Y ances Yet the Electr et the Electronic Communications Privacy Act Stays in the Past*, SMU Science and Technology Law Review, 26(1) ss.134-145.
RUSSELL, BC. *In The Unıted States Dıstrıct Court For The Dıstrıct Of Maryland*, (Unıted States Of Amerıca, Crim. No. JKB-23-0056), ss.1-19.
SARIKOĞLU, Ş. & ERGÜN, KK. (2025), *Dijital Çağda Türk Ceza Muhakemesi: Siber Suçlar Özelinde Koruma Tedbirlerinin Genel Teorisi*, Hacettepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 15(2), ss.576-618.

ŠKOLNÍK, M. & HAMAN, M. (2024), *Drawing the line: public attitudes towards warranted and unwarranted government surveillance in European countries*, Security Journal, (37), ss.1447-1462.
SLOBOGİN, C. & BRAYNE, S. (2023), *Annual Review of Criminology Surveillance Technologies and Constitutional Law*, Annual Reviews, (6) ss.219-240.
ŞAHİN, C. (2007), *Telekomünikasyon Yoluyla İletişimin Denetlenmesi -Yargıtay Kararları Çerçevesinde Bir Değerlendirme-*, Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 11(1-2), ss.1095-1112.
TATAROĞLU, M. (2009), *E-Devlet'te Kullanılan Gözetim ve Kayıt Teknolojilerinin Mahremiyet Üzerinde Etkileri,* Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(18), ss.95-120.
TENE, O. & SAYGIN, Y. (2011), *Privacy and Data Protection in Turkey: (Inching) Towards a European Framework*, (Privacy and Security Law Report) ss.1-4.
TUTAR, H. & ÇAĞILTAY, CG. (2022), *Dijital Toplumda Mahremiyetin İmkânı Üzerine Bir İnceleme,* KAYTEK Dergisi, 4(1), ss.38-58.
UTMA, S. (2023), *Gözetim Kavramı ve Sosyal Medyada Gözetimin İçselleştirilmesi*, International Journal Of Socıal, Humanıtıes And Admınıstratıve Scıences, 9(61), ss.2276-2283.
ÜNVER, HA. (2016), *Data Privacy and Surveillance in Turkey: An Assessment of the Draft Law on the Protection of Personal Data*, EDAM Cyber Policy Paper Series 2, ss. 1-30.
ÜNVER, HA. (2018), *Dijital Gözetleme, Milli Güvenlik ve Özel Hayatın Gizliliği Siyaseti*, EDAM, Oxford CTGA & Kadir Has Üniversitesi, (4), ss.1-21.
YALÇIN, A. (2023), *Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğünde Hesap Verilebilirlik Araçları, Kişisel Verilerin Korunmasına Uzman Bakış Uzmanlık Tezleri Derleme Çalışması*, KVKK Yayınları.
Yargıtay Ceza Genel Kurulu, E: 2010/5-187, K: 2011/131, T: 21.06.2011.
Yargıtay, 4.CD. E. 2007/8700, K. 2007/8903, T. 6/11/2007.
YAVUZ, B. (2022), *Gözetim ve Mahremiyet Toplumu*, Yaşar Hukuk Dergisi, 4(2), ss.60-82.
YÜKSEL, A. (2018), *Elektronik Haberleşme Hukukundaki İdari Yaptırımlar ve Yargısal Denetimi,* İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ss.1-166.
ZİLLER, C. & HELBLİNG, M. (2020), *Public support for state surveillance,* European Journal of Political Research, 60(4), ss.994-1006.
ZUİDERVEEN BORGESİUS, FJ. & STEENBRUGGEN, W. (2019), *The Right to Communications Confidentiality in Europe: Protecting Privacy, Freedom of Expression, and Trust,* Theoretical Inquiries in Law, 19(2) ss.291-322.

1982 ANAYASASINDA DEVLET ORGANLARININ TEMEL HAK VE HÜRRİYETLERİN KORUNMASINA İLİŞKİN DÜZENLEMELERİNDE ORTAYA ÇIKAN İKİLEMLER

Prof. Dr. Ender Ethem ATAY
Başkent Üniversitesi İdare Hukuku Anabilim Dalı.
ORCID: 0000-0002-2041-5727
Dr. Öğr. Üyesi. Abdülazim İBRAHİM
Karabük Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimle Fakültesi,Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Hukuk Bilimleri Anabilim Dalı.
ORCID: 0000-0002-7617-2429

ÖZET

1982 Anayasası, temel hak ve hürriyetlerin korunmasını devletin bütün organları için bağlayıcı bir yükümlülük olarak öngörmesine rağmen, bu koruma işlevinin hangi organ tarafından ne şekilde yerine getirileceği konusunda bütüncül ve tutarlı bir sistematik kuramamıştır. Anayasal hükümler incelendiğinde, hakların sınırlandırılması bakımından ayrıntılı ölçütler belirlenmişken; koruma yükümlülüğünün dağılımı yasama, yürütme ve yargı arasında belirsiz, hatta zaman zaman çelişkili bir görünüm sergilemektedir. Yasamanın hakları düzenleme yetkisinin genişliği, yürütmenin koruyucu idari işlemler üzerindeki rolü ve yargısal denetimin kapsamı arasındaki uyumsuzluk, temel hak koruma mekanizmasının etkinliğini sınırlayan yapısal bir ikileme yol açmaktadır. Bu çalışma, söz konusu ikilemin normatif temellerini ortaya koymayı, devlet organları arasındaki yetki ve sorumluluk paylaşımının anayasal tutarlılık bakımından değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: 1982 Anayasası, temel hak ve hürriyetler, devlet organları, anayasal ikilem, hakların korunması.

DILEMMAS ARISING FROM THE CONSTITUTIONAL ARRANGEMENTS ON THE PROTECTION OF FUNDAMENTAL RIGHTS AND FREEDOMS BY STATE ORGANS UNDER THE 1982 CONSTITUTION

ABSTRACT

Although the 1982 Constitution envisages the protection of fundamental rights and freedoms as a binding obligation for all branches of the state, it fails to establish a coherent and comprehensive framework regarding which organ is responsible for fulfilling this protective function and in what manner. An examination of the constitutional provisions reveals that, while the criteria governing limitations on rights are articulated in considerable detail, the distribution of the positive obligation to protect is ambiguous—and at times contradictory—across the legislative, executive, and judicial branches. The discrepancy between the legislature’s broad regulatory authority, the executive’s role in adopting protective administrative measures, and the scope of judicial review creates a structural dilemma that undermines the effectiveness of the fundamental rights protection mechanism. This study aims

to elucidate the normative foundations of this dilemma and to assess the allocation of powers and responsibilities among state organs in terms of constitutional coherence.

Keywords: 1982 Constitution, fundamental rights and freedoms, state organs, constitutional dilemma, protection of rights.

GİRİŞ

Temel hak ve hürriyetlerin korunması, modern anayasa hukukunun yalnızca teorik bir ilkesi değil; hukuki, siyasal ve kurumsal düzenin bütününü şekillendiren temel bir yapı taşıdır. Anayasal devlet anlayışı, bireyin sahip olduğu hak ve özgürlüklerin devlet karşısında güvence altına alınmasını, devletin bu haklara müdahale etmemesinin ötesinde, onları koruyup geliştirmeye yönelik pozitif yükümlülükler üstlenmesini gerekli kılar. Bu çerçevede anayasa, devletin bütün organları için hem sınır koyan hem de görev ve sorumluluk yükleyen bir üst norm niteliğindedir. Anayasa hakların korunmasına ilişkin çeşitli hükümler içerse de pozitif yükümlülüğün kapsamına dair bütüncül ve sistematik bir çerçeve sunmamakta; bu alan büyük ölçüde yargısal içtihadın katkısıyla şekillenmektedir. Ancak bu görev ve sorumlulukların kapsamı, niteliği ve organlar arasındaki dağılımı her anayasal düzende aynı açıklıkta tanımlanmamaktadır.

1982 Anayasası, temel hak ve özgürlüklere ilişkin genel hükümler içermekle birlikte, pozitif yükümlülüğün kapsamını doğrudan tanımlamamakta; bu kavram Anayasa Mahkemesi'nin içtihadı yoluyla somutlaşmaktadır. Anayasa'da yer alan dağınık hükümler, özellikle yasama, yürütme ve yargı organlarının temel hakları koruma görevlerinin sınırları bakımından yorum ihtiyacını doğurmakta; bu yorum farklılıkları ise hem uygulamada hem doktrinde çeşitli tartışmalara yol açmaktadır. Yasamanın geniş düzenleme yetkisi, yürütmenin idari işlemler yoluyla haklara etkisi ve yargının denetim fonksiyonu çoğu zaman birbirinden bağımsız biçimde şekillenmiş görünmekte; bu da kurumsal rol dağılımında bir belirsizlik yaratmaktadır sürdürmektedir (Atay, 2013, s 1133-1140).

Bu çalışmanın amacı, 1982 Anayasası'nda temel hak ve hürriyetlerin korunmasına ilişkin düzenlemelerden kaynaklanan söz konusu kurumsal ve normatif ikilemleri tespit etmek, bu ikilemlerin anayasal işleyiş üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve hak koruma sisteminin yapısal sorunlarını bütüncül bir perspektiften analiz etmektir. Bu değerlendirme, yalnızca mevcut anayasal çerçevenin anlaşılması bakımından değil, aynı zamanda daha etkin ve tutarlı bir hak koruma mekanizmasının inşasına yönelik öneriler geliştirilmesi açısından da önem taşımaktadır.

1. Kuramsal Çerçeve: Temel Hakların Korunmasında Devletin Pozitif Yükümlülüğü

Temel hakların korunması, anayasal devlet ilkesinin en belirgin göstergelerinden biri olup hem anayasal düzenin işleyişini hem de devlet-birey ilişkilerinin niteliğini belirleyen temel bir unsurdur (Aksoy, 2013, s. 12). Klasik liberal düşünce, temel hakların korunmasını esasen devletin bireyin özgürlük alanına müdahale etmemesi şeklinde tanımlamış; bu nedenle negatif yükümlülük merkezli bir hak anlayışı uzun süre baskın olmuştur (Dikmen Caniklioğlu, 2001, s. 473; Şimşek, 2012, s. 2). Ancak modern insan hakları yaklaşımı, devletin yalnızca müdahaleden kaçınmasının hakların etkin biçimde kullanılmasını garanti etmeye yetmediğini, bireylerin maruz kalabileceği riskleri ve sosyal koşulları da dikkate alarak aktif bir koruma mekanizması oluşturması gerektiğini ortaya koymuştur. Böylece devletin temel haklara ilişkin sorumlulukları üçlü bir çerçevede ele alınır hâle gelmiştir: saygı gösterme yükümlülüğü (negatif yükümlülük), koruma yükümlülüğü (pozitif yükümlülük) ve geliştirme yükümlülüğü (Doğru, 2024, s. 250; Şimşek, 2012, s. 1; Metin, 2010, s. 121).

Bu üç yükümlülükten özellikle pozitif yükümlülük, hakların "*yalnızca kâğıt üzerinde tanınmış*" soyut düzenlemeler olmaktan çıkarılarak, bireyler açısından fiilen kullanılabilir ve etkili hâle getirilmesini amaçlamaktadır (Akandji-Kombe, 2008, s. 9; Şimşek, 2012, s. 5). Pozitif yükümlülük; hukuki düzenlemeler yapılmasını, idari denetim ve koruma mekanizmalarının oluşturulmasını, üçüncü kişilerin müdahalelerine karşı önleyici tedbirlerin alınmasını ve hak ihlallerine karşı etkili başvuru yollarının sağlanmasını kapsayan çok yönlü bir devlet görevidir (Doğru, 2024, s. 253; AİHM, 2024, s. 7). Dolayısıyla devletin bu alandaki rolü salt müdahalesizlikten ibaret olmayıp, kurumsal kapasite oluşturmayı, riskleri azaltmayı ve hak kullanımını güvence altına alacak her türlü yapısal önlemi içerir (Yücel Dericiler, 2012, s. 1; Gökalp, 2022, s. 281-282).

a) Pozitif Yükümlülüğün Kapsamı ve Unsurları

Pozitif yükümlülük, devletin bireylerin temel hak ve özgürlüklerini yalnızca teorik düzeyde güvence altına almakla yetinmeyip, bu hakların pratikte de etkili biçimde kullanılabilmesini sağlayacak bir dizi tedbiri hayata geçirme konusundaki sorumluluğunu ifade eder (Akandji-Kombe, 2008, s. 9; Kaya, 2022, s. 53). Bu yaklaşım, devletin yükümlülük alanını klasik müdahalesizlik paradigmasının ötesine taşıyarak hak koruma rejimini çok yönlü ve dinamik bir alana dönüştürmüştür (Şenol, 2012, s. 281). Pozitif yükümlülüklerin kapsamı literatürde genel olarak dört temel başlık altında incelense de pozitif yükümlülüğe ilişkin normatif çerçevenin Anayasa'nın temel hak hükümlerinden AYM'nin yorum yoluyla çıkardığı ilkelere dayandığı ve Anayasa'nın bu kavramı doğrudan düzenlemediği dikkate alındığında, bu başlıkların her biri

devletin farklı düzeylerde ve çeşitli araçlarla devreye girmesini gerektiren çok boyutlu sorumluluk alanlarını içermektedir (Arıkan & Oktay, 2023, s. 203-243; Coşkun, 2024, s. 679).

a) Önleme Yükümlülüğü

Önleme yükümlülüğü, hak ihlallerinin ortaya çıkmasını engellemeye yönelik düzenleyici ve idari mekanizmaların oluşturulmasını ifade eder (Arıkan & Oktay, 2023, s. 113). Bu bağlamda devlet, bireylerin yaşam hakkı, özel hayatın gizliliği, kişisel bütünlük ve diğer temel haklarına yönelik tehditlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve ortadan kaldırılması için sistematik politikalar geliştirmek zorundadır (AİHM, 2024, s. 11-21). Anayasa'nın 5. maddesi, devletin kişilerin temel hak ve hürriyetlerini koruma ödevini düzenlemekte olup, bu görev pozitif yükümlülük anlayışı AYM tarafından geliştirilerek yorumlanmaktadır (Coşkun, 2024, s. 679; Bayra, 2024, s. 187). Önleme yükümlülüğü yalnızca hukuki düzenlemeler yapılmasını değil, aynı zamanda risk analizi, denetim faaliyetleri, koruyucu kamu hizmetleri, sosyal destek mekanizmaları ve teknolojik gözetim araçlarının hukuka uygun şekilde organize edilmesini de kapsar (Metin, 2010, s. 113; Şimşek, 2012, s. 22). Bu aşamada devletin zamanında harekete geçmesi, gerekli öngörü mekanizmalarını işletmesi ve tehlikelerin doğmadan bertaraf edilmesini sağlayacak idari kapasiteyi oluşturması beklenir (AİHM, 2024, s. 70-71).

b) Koruma Yükümlülüğü

Koruma yükümlülüğü, bireylerin yalnızca devletten değil, üçüncü kişilerin eylemlerinden kaynaklanabilecek tehlikelere karşı da korunmasını gerektirir (Arıkan & Oktay, 2023, s. 116; Akandji-Kombe, 2008, s. 5). Bu yükümlülük, özellikle aile içi şiddet, nefret suçları, çevresel riskler ve kamusal alanda güvenlik gibi durumlarda devletin aktif bir rol üstlenmesini gerekli kılar. Devlet bu kapsamda bireysel başvuru ve koruma taleplerine duyarlı olmak, gerekli kolluk tedbirlerini almak, koruyucu barınma ve destek olanaklarını sağlamak, toplumsal risklere yönelik farkındalık politikaları geliştirmek ve tehdit altındaki bireyler için ivedi müdahale mekanizmaları kurmakla yükümlüdür. Bu yönüyle koruma yükümlülüğü, hak ihlallerinin muhtemel kaynağı devlet dışı aktörler olsa bile, devletin sorumluluktan kaçamayacağı bir alanı temsil eder (Yücel Dericiler, 2012, s. 1; Şimşek, 2012, s. 22). Devlet organlarına düşen koruma görevi, Anayasa'nın genel hak hükümleri çerçevesinde yorumlanmakta; pozitif yükümlülük ise bu hükümlerin AYM tarafından geliştirilmiş bir yargısal yorumu olarak ortaya çıkmaktadır (Arıkan & Oktay, 2023, s. 127-128; Coşkun, 2024, s. 679).

c) Etkili Soruşturma Yükümlülüğü

Bir hak ihlali iddiası ortaya çıktığında devletin yürütmesi gereken en önemli adımlardan biri bağımsız, tarafsız ve makul sürede gerçekleştirilen bir soruşturma sürecidir. Etkili soruşturma

yükümlülüğü, yalnızca ceza hukuku alanındaki işlemlerle sınırlı olmayıp, idari soruşturmalar, disiplin mekanizmaları ve sivil inceleme yollarını da kapsayan geniş bir çerçeve oluşturur (Fendoğlu, 2017, s. 50). Devletin bu yükümlülüğü hem sorumluların tespit edilmesini hem de benzer ihlallerin tekrarının önlenmesini sağlayacak yapısal tedbirleri içermelidir. Bunun yanında mağdurun sürece erişimi, delillerin usulüne uygun toplanması ve soruşturmanın makul özenle yürütülmesi bu yükümlülüğün temel bileşenlerindendir (Kaya, 2022, s. 66-68).

d) Tazmin Yükümlülüğü

Tazmin yükümlülüğü, bir hak ihlalinin gerçekleşmesi hâlinde mağdurun zararlarının giderilmesine yönelik etkili, ulaşılabilir ve makul sürede sonuç veren başvuru yollarının oluşturulmasını gerektirir (Hazar, 2024, s. 367-368). Bu kapsamda devlet, mağdurun uğradığı zararın maddi veya manevi boyutunun giderilmesi, ihlal öncesi durumun mümkün olduğunca yeniden tesis edilmesi ve bireyin tatmin edici bir hukuki çözüme ulaşmasını sağlayacak mekanizmaları hayata geçirmekle yükümlüdür. Tazmin yükümlülüğü yalnızca mahkeme yoluyla sağlanan giderimle sınırlı olmayıp, idari tazmin süreçlerini, barışçıl çözüm mekanizmalarını ve sistematik hak iyileştirme politikalarını da kapsar (Altay, 2022, s. 35; AYM, 2025, Adil Yargılanma Hakkı; AYM, 2025, Mülkiyet Hakkı).

Bu dört unsur, pozitif yükümlülüğün çok yönlü bir yapıya sahip olduğunu; devletin hak koruma alanında pasif bir düzenleyici olmaktan ziyade, bireylerin güvenliğini, refahını ve özgürlüklerini etkin şekilde koruyan bir aktör olarak konumlanması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

1.1. Uluslararası İnsan Hakları Hukukunda Pozitif Yükümlülük

Pozitif yükümlülük kavramı uluslararası insan hakları hukukunda özellikle Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) kararlarıyla sistematik bir içerik kazanmış ve devletlerin hak koruma sorumluluklarının sınırları bu içtihatlar yoluyla giderek daha somut bir çerçeveye oturmuştur. Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS), devletlere esasen haklara müdahale etmeme yönünde negatif bir yükümlülük yüklese de Mahkeme, Sözleşme'nin "*yaşayan bir belge*" niteliğini esas alarak devletin yalnızca pasif bir aktör olarak kalamayacağını, aksine bireylerin karşılaşabileceği tehditleri engellemek için aktif adımlar atması gerektiğini birçok kararında açıklamıştır. Bu yaklaşım, pozitif yükümlülüğün uluslararası düzeyde normatif bir ilke hâline gelmesini sağlamıştır (Şenol, 2012, s. 281; Hazar, 2024, s. 394; Şimşek, 2012, s. 4). Mahkeme'nin çevre hakkından aile içi şiddete, yaşam hakkından özel hayata kadar geniş bir yelpazede geliştirdiği içtihatlar, pozitif yükümlülüğün her hak kategorisi bakımından farklı boyutlar içerdiğini göstermektedir. Örneğin Lopez Ostra/İspanya (1994) kararında AİHM, çevresel kirliliğin bireyin özel hayatına ve konut dokunulmazlığına ciddi zarar verdiğini,

devletin bu tür tehlikeleri önlemek için gerekli düzenleyici ve denetleyici mekanizmaları kurmamasının Sözleşme'nin 8. maddesinin ihlali anlamına geldiğini belirtmiştir. Bu karar, çevresel risklerin yalnızca maddi zararlara yol açmadığı; aynı zamanda devletin bu riskleri önleme yönünde kurumsal bir sorumluluk taşıdığı yönünde önemli bir dönüm noktasıdır (Metin, 2010, s. 122).

Mahkemenin pozitif yükümlülük anlayışını güçlendiren bir diğer önemli karar Airey/İrlanda (1979) olmuştur. Bu davada AİHM, bireyin haklarını kullanabilmesinin ekonomik koşullardan dolayı fiilen imkânsız hâle gelmesi durumunda, devletin gerekli kolaylaştırıcı önlemleri alma zorunluluğuna dikkat çekmiştir (Doğru, 2024, s. 260). Örneğin ücretsiz hukuki yardımın sağlanmaması gibi durumların, hakların teorik olarak tanınsa bile pratikte kullanılamamasına neden olabileceği ifade edilmiştir. Bu karar, pozitif yükümlülüğün yalnızca koruma değil, hak kullanımını kolaylaştırma boyutunu da içerdiğini ortaya koymuştur.

Pozitif yükümlülüğün sınırlarının belirlenmesi açısından çarpıcı bir örnek olan Osman/Birleşik Krallık (1998) davasında AİHM, devletin yaşam hakkını koruma sorumluluğunun yalnızca gerçekleşen tehlikelere müdahale etmekle sınırlı olmadığını; öngörülebilir risklerin varlığı hâlinde devletin harekete geçmesini zorunlu kıldığını vurgulamıştır (AİHM, 2024, s. 8; Doğru, 2024, s. 270). Mahkeme bu kararla beraber devletin risk analizine dayalı koruma mekanizmaları kurmasını, yani önleyici politika ve tedbirleri hayata geçirmesini bir yükümlülük olarak değerlendirmiştir.

AİHM'in Türkiye bakımından pozitif yükümlülük içtihadını şekillendiren en önemli kararlardan biri Opuz/Türkiye (2009) kararında ise aile içi şiddet vakalarında etkili koruma sağlamayan devletin hem yaşam hakkı hem de kötü muamele yasağı bağlamında pozitif yükümlülüklerini yerine getirmediği kabul edilmiştir (Doğru, 2024, s. 271). Mahkeme, aile içi şiddetle mücadelede devletin yalnızca genel düzenlemeler yapmakla yetinemeyeceğini; somut olayın gerektirdiği tedbirleri vakit kaybetmeden uygulaması gerektiğini belirtmiştir. Bu karar, devletin toplumsal cinsiyet temelli şiddete karşı özel bir özen yükümlülüğü taşıdığını ortaya koymuştur.

Bu içtihatların tamamı, pozitif yükümlülüğün fiziksel güvenlik sağlama görevinin çok ötesinde, hukuki, idari, denetleyici ve sosyal politikalara ilişkin geniş bir kurumsal sorumluluk alanı yarattığını göstermektedir. Devletin etkili korunma, ulaşılabilir başvuru yolları ve somut risklere karşı önleyici mekanizmalar oluşturması gerekliliği, pozitif yükümlülüğün uluslararası alandaki çağdaş yorumunun temelini oluşturur. Bu çerçeve, ulusal hukuk düzenlerinin de hak koruma rejimlerini yeniden değerlendirmesine yol açmış ve özellikle anayasa mahkemeleri için yol gösterici nitelikte bir standart haline gelmiştir.

1.2. Devlet Organları Açısından Pozitif Yükümlülük

Pozitif yükümlülük, modern anayasal düzenlerde devletin bütün organlarına yönelen çok boyutlu bir sorumluluk alanı yaratır. Pozitif yükümlülük kavramı, Anayasa'nın 5., 17. ve 40. maddelerinde yer alan hak koruma hükümlerinin AYM tarafından yapılan yorumlarıyla geliştirilmiş olup, lafzî olarak Anayasa'da tanımlanmamıştır. Bu kapsamda yasama, yürütme ve yargı organlarının her biri, temel hakların korunması bakımından farklı fakat birbiriyle bağlantılı işlevlere sahiptir. Devletin aktif koruma ödevi, organların yalnızca klasik görevlerini yerine getirmelerini değil, aynı zamanda hak odaklı bir anlayışla hareket etmelerini gerektirir. Bu nedenle pozitif yükümlülük, organların yetki alanlarını daraltan veya genişleten bir yapıdan ziyade, onların işlevlerini yeniden anlamlandıran bir anayasal çerçeve oluşturur (Coşkun, 2024, s. 679; Arıkan ve Oktay, 2023, s. 127-128).

Anayasal ilkelerin uygulanabilir bir hâle gelebilmesi için yasama organı tarafından ayrıntılı ve öngörülebilir normların ortaya konulması gerekir. Bu nedenle pozitif yükümlülük, yasama organına yalnızca "*kanun koyma*" yetkisi tanımakla kalmaz; hakların korunmasını güvence altına alacak düzenlemeleri belirli bir zaman dilimi içinde oluşturma sorumluluğu da yükler. Bazı hak kategorilerinde bu görev daha açık biçimde tanımlanmıştır. Örneğin çalışma hakkı, sosyal güvenlik hakkı, çevre hakkı veya özel hayatın korunması gibi alanlarda kanun koyucunun ayrıntılı düzenlemeler yapması gerekmektedir (Bayra, 2024, s. 186; Başaran Yavaşlar, 2015, s. 207).

Yasama organının bu kapsamda başarısız olması, hukuki boşluklara veya yetersiz düzenlemelere yol açarak bireylerin haklarını fiilen kullanamaz hâle getirebilir. Bu durum, AİHM ve AYM içtihadında pozitif yükümlülük ihlali olarak değerlendirilmiştir.

Pozitif yükümlülüğün ikincil boyutu, hakların yalnızca tanınması değil, bireylerin günlük yaşamlarında kullanılabilir hâle getirilmesidir. Yasa koyucunun gerçekleştirmesi gereken görevler arasında şunlar bulunur:

- Kamu hizmetlerinin erişilebilirliğini sağlamak,
- Sosyal ve ekonomik engelleri azaltacak düzenlemeler yapmak,
- Dezavantajlı gruplara yönelik özel koruma mekanizmaları oluşturmak,
- İdari süreçlerde hak odaklı standartlar belirlemek,
- Etkili başvuru yollarını yasayla güvence altına almak.

Bu yönüyle yasama organı, bireylerin temel haklarını "*soyut güvenceler" olmaktan çıkarıp "pratik imkânlar"* hâline getirir.

Toplumsal koşullar, teknolojik gelişmeler, dijitalleşme ve yeni risk alanları, yasama organının düzenlemelerini sürekli gözden geçirmesini gerektirir. Örneğin kişisel verilerin korunması, yapay zekâ uygulamaları, siber güvenlik tehditleri gibi yeni alanlarda yasa koyucu gerekli tedbirleri almakla yükümlüdür. Böylece pozitif yükümlülük, yasamanın statik değil dinamik bir işlevi yerine getirmesini zorunlu kılar (Akandji-Kombe, 2008, s. 9; Gülçür, 2018, s. 153; Çağlar, 2015, s. 128).

a) Yasama Organı

Pozitif yükümlülüğün kurumsal mimarisinde yasama organı, temel hakların korunmasını sağlayacak normatif çerçeveyi oluşturma görevinin merkezindedir. Anayasal güvencelerin somutlaşabilmesi, hakların kapsamı ile devletin müdahale alanlarının belirlenmesi, düzenleyici mekanizmaların oluşturulması ve bireylerin korunmasına yönelik yapısal güvencelerin tesis edilmesi, yasamanın asli sorumluluk alanını oluşturur. Bu işlev, yalnızca kanun yapma yetkisinin teknik bir kullanımı değil, aynı zamanda hakların etkinliğini güvence altına alan kurumsal altyapının inşa edilmesi anlamına gelir (Duvan, 2018, s. 660-665; Uz ve Metin, 2015, s. 877-880).

Yasama organı, pozitif yükümlülük kapsamında yalnızca mevcut haklara ilişkin düzenlemeleri yürürlüğe koymakla yetinmez; toplumsal değişim, teknolojik dönüşüm, güvenlik tehditleri ve yeni risk alanlarının ortaya çıkmasıyla birlikte hukuki çerçeveyi sürekli güncellemekle de yükümlüdür. Kişisel verilerin korunması, dijital ortamda ifade özgürlüğü, yapay zekâ uygulamalarının denetlenmesi, çevresel risklerin yönetimi veya kırılgan gruplara yönelik koruma mekanizmaları gibi alanlar, dinamik yasama faaliyetinin zorunlu hâle geldiği konuların başında gelir (Egeli ve Diril, 2012, s. 29-32; Doğru, 2018, s. 306).

Bu çerçevede yasama, devletin pozitif yükümlülüğünün yönünü belirleyen kurumsal ve hukuki temeli oluşturarak, yürütme organının uygulama kapasitesini etkileyen en kritik aktör konumundadır. Pozitif yükümlülüğün gerektirdiği koruma mekanizmalarının işlerliğe kavuşabilmesi, yasama tarafından oluşturulan düzenlemelerin açıklığı, güncelliği ve öngörülebilirliğine bağlıdır. Dolayısıyla yasama organı, hakların korunmasına ilişkin düzenlemelerde statik değil, değişen koşullara uyum sağlayan dinamik bir rol üstlenmek zorundadır.

b) Yürütme Organı

Pozitif yükümlülüğün somut olarak hayata geçirilmesinde en geniş uygulama alanı yürütme organına aittir. Çünkü idare hem doğrudan bireylerle temas hâlindedir hem de kamu politikalarının, idari düzenlemelerin ve kolluk faaliyetlerinin merkezinde yer alır. Bu nedenle yürütme, pozitif yükümlülüğün "*operasyonel taşıyıcısı*" olarak değerlendirilir (Atar, 2009).

Yürütme organı, yasa koyucu tarafından belirlenen normatif çerçevenin uygulanmasını sağlayan ayrıntılı idari düzenlemeler yapar (Gündüz, 2007, s. 753). Ancak pozitif yükümlülük bu işlevi genişleterek yürütmenin yalnızca düzenleme değil, aynı zamanda "*hak odaklı kamu politikaları*" oluşturma sorumluluğunu da içerir. Bu politikalar:

- İnsan onurunu koruyacak hizmet standartlarının belirlenmesini,
- Kamu görevlilerine yönelik etik ve hak duyarlılığı eğitimlerini,
- Sosyal destek programlarının geliştirilmesini,
- Kriz anlarında özel koruma mekanizmalarının işletilmesini içerir.

Örneğin aile içi şiddetle mücadeleye yönelik idari tedbirlerin alınmaması, AİHM ve AYM içtihadında yürütmenin pozitif yükümlülüğünün ihlali olarak değerlendirilmiştir.

Kolluk güçleri ise yürütme organının bireylerin fiziksel bütünlüğü, yaşam hakkı ve kamu güvenliğini doğrudan ilgilendiren alanlarda görev yapan birimidir (Arslan, 2018, s. 175-176). Pozitif yükümlülük, kolluğa şu sorumlulukları yükler:

- Risk altındaki kişileri koruma,
- Şiddet tehdidi içeren durumlara hızlı müdahale,
- Kamu düzenini sağlarken ölçülülük ilkesine uyma,
- Operasyonlarda insan haklarına uygun yöntemler kullanma.

Devletin kolluk zafiyetinden doğan hak ihlalleri, Osman/Birleşik Krallık ve Opuz/Türkiye kararlarında pozitif yükümlülüğün ihlali olarak tespit edilmiştir.

Öte yandan yürütme organı, potansiyel ihlal alanlarını öngörmek ve riskleri azaltmakla da yükümlüdür. Bu kapsamda:

- Çevresel riskler,
- Sağlık tehditleri,
- Doğal afetler,
- Toplumsal şiddet,
- Dijital güvenlik sorunları gibi alanlarda önleyici stratejilerin oluşturulması pozitif yükümlülüğün ayrılmaz parçasıdır.

Bu yükümlülük, devletin yalnızca kötü sonuçlara müdahale etmesini değil, sorunların ortaya çıkmasını engellemesini de gerektirir.

c) Yargı Organı

Yargı, pozitif yükümlülüğün işlerlik kazanmasını sağlayan en kritik organdır. Çünkü diğer organların görevlerini yerine getirip getirmediği, hak ihlallerinin giderilip giderilmediği ve bireylerin adalete erişiminin sağlanıp sağlanmadığı yargısal mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkar (Kaya, 2022, s. 51-53).

Yargı organları, bireylerin hak ihlallerine karşı başvurabilecekleri yolların etkinliğini sağlayan yapıdır. Bu kapsamda yargının:

- Bağımsız ve tarafsız olması,
- Makul sürede yargılama yapması,
- Erişilebilir mahkeme yapıları oluşturması,
- Adli yardım mekanizmalarını işletmesi gerekir.

AİHM'in etkili başvuru hakkına ilişkin içtihadı (m.13) bu yükümlülüğün sınırlarını önemli ölçüde belirlemiştir.

Öte yandan yargı organı, hak ihlallerinin tespiti ve giderilmesinde belirleyici role sahiptir. Bu görev, yalnızca tazmin ödenmesini değil; ihlalin tekrarını önleyecek yapısal tedbirlerin uygulanmasını gözetme sorumluluğunu da içerir. Yargı kararları, diğer organların pozitif yükümlülük alanlarını fiilen şekillendiren bağlayıcı rehberler niteliğindedir.

Yargı, yürütme organının işlemlerini ve eylemlerini denetleyerek pozitif yükümlülüğün uygulanıp uygulanmadığını kontrol eder. İdarenin ihmali, gecikmesi veya yanlış politikası hak ihlallerine yol açabilir (Kızılyel, 2014, s. 282-285). Bu nedenle idari yargı, pozitif yükümlülüklerin hayata geçirilmesinde kritik bir tamamlayıcı mekanizma görevi görür.

1.3. Bireysel Başvuru ve Anayasal Yorum

Anayasa Mahkemesi'nin bireysel başvuru kararları, pozitif yükümlülüğün Türk anayasa pratiğinde somutlaşmasını sağlamıştır. Mahkeme, yaşam hakkı, kötü muamele yasağı, aile içi şiddet, kişisel veri güvenliği ve çevre hakkı gibi alanlarda pozitif yükümlülüğün sınırlarını belirleyen içtihatlar geliştirmiştir. Bu kararlar, yargının pozitif yükümlülüğün normatif boyutunu somut olaylara uyarlamadaki rolünü pekiştirmiştir (Coşkun, 2024, s. 673-677).

Sonuç olarak, pozitif yükümlülük devlet organlarının her birine dağılan bütüncül bir sorumluluk alanı oluşturur. Yasama normatif çerçeveyi kurar; yürütme uygulanabilir politikaları hayata geçirir, yargı ise sistemin işlerliğini sağlar ve ihlallerin giderilmesini güvence altına alır. Bu üçlü yapı etkin işletildiğinde devletin hak koruma kapasitesi güçlenir;

işletilmediğinde ise pozitif yükümlülük ulusal ve uluslararası düzeyde ciddi tartışmaların merkezinde yer alır.

2. Pozitif Yükümlülüğe Yönelik Eleştiriler

Pozitif yükümlülük kavramı, çağdaş insan hakları hukukunda giderek genişleyen uygulama alanı sebebiyle önemli bir dönüşüm yaratmış olsa da bu yönelimin beraberinde getirdiği çeşitli tartışmalar ve eleştiriler bulunmaktadır. Kavramın genişliği, uygulamadaki sonuçları ve ulusal hukuk sistemleri üzerinde yarattığı baskılar; farklı disiplinlerden akademisyenlerin ve yargı mensuplarının pozitif yükümlülüğe ilişkin temkinli yaklaşmasına yol açmıştır. Bu nedenle pozitif yükümlülüğün eleştirel bir değerlendirmesi, kavramın sınırlarının anlaşılması ve devlet organlarının işlevleri üzerindeki etkilerinin doğru şekilde yorumlanması açısından önem taşımaktadır. Aşağıda bu eleştiriler, kuramsal temelleri, uygulama alanları ve karşılaştırmalı hukuk örnekleri çerçevesinde ayrıntılı biçimde incelenmiştir (İnaç ve Yazıcı, 2018, s. 138; Kaya, 2022, s. 56-57).

1.1. Demokratik Meşruiyet Sorunu

Pozitif yükümlülüğe yöneltilen en güçlü eleştirilerden biri, demokratik meşruiyet bakımından doğan gerilimdir. Bu eleştiri özellikle yargı organlarının pozitif yükümlülükleri geniş yorumlama eğilimi üzerinden şekillenmektedir. Pozitif yükümlülüklerin kapsamının mahkemeler tarafından belirlenmesi, normatif düzenleme yetkisinin esas sahibi olan yasama organının takdir alanını daraltabilir (Dede, 2014).

a) Yargısal Aktivizm Eleştirisi

Birçok hukuk sisteminde anayasa mahkemeleri veya yüksek mahkemeler, pozitif yükümlülük kavramını kullanarak devlete ek sorumluluklar yüklemekte, hatta bazı durumlarda yürütmenin veya yasamanın yerine geçerek politika belirlemektedir. Bu durum, yargısal aktivizmin sınırlarının aşılmasına yol açabileceği gerekçesiyle eleştirilmektedir. Zira seçilmiş temsilcilerin oluşturduğu parlamentoların yerine, demokratik meşruiyet açısından daha sınırlı olan yargı organlarının kamu politikası belirleyici hâle gelmesi, kuvvetler ayrılığı ilkesini zayıflatabilir (Bayra, 2024, s. 151-155; Gören, 2019, s. 257).

b) Yasama Takdir Yetkisinin Aşırı Sınırlandırılması

Pozitif yükümlülüklerin geniş yorumlanması yasama organının politika üretme kapasitesini daraltır. Örneğin sosyal haklarda devletin belirli bir yaşam standardını sağlamaya zorlanması, parlamentonun bütçe hazırlama ve kaynak dağıtma yetkisini etkileyebilir. Bu bağlamda pozitif yükümlülüklerin yargı tarafından genişletilmesi, demokratik sürecin doğal bir parçası olan siyasal tercihlerin etkisini azaltabilir (Bakırcı, 2017, s. 6; Kutkan, 2019, s. 2063-2065).

c) Siyasi Sorumluluk-Yargısal Denetim Dengesinin Bozulması

Demokratik sistemlerde kamu politikalarının başarısı veya başarısızlığı siyasi sorumluluk mekanizmaları ile değerlendirilir. Ancak pozitif yükümlülük alanında yargısal standartlar bu süreci gölgeleyebilir. Örneğin bir hükümetin belirli bir sosyal politika izleyip izlememesinin yargısal bir zorunluluk hâline gelmesi, demokratik hesap verebilirlik mekanizmalarının işlevsizleşmesine yol açabilir (Gözler, 2000; Doğan ve Erdoğan, 2021, s. 163-167).

1.2. Hukuki Öngörülebilirlik ve Belirsizlik Eleştirisi

Pozitif yükümlülüğün bir diğer önemli eleştirisi, hukuki öngörülebilirliğin zayıflamasına neden olmasıdır. Kavramın sınırlarının açıkça çizilmemiş olması hem devlet organları hem bireyler açısından belirsizlik yaratmaktadır.

a) Kavramın Esnekliği ve Normatif Belirsizlik

Pozitif yükümlülük; önleme, koruma, soruşturma ve tazmin gibi geniş kategorilerden oluşsa da her olayda bu yükümlülüklerin kapsamı farklı şekilde ortaya çıkabilir. AİHM içtihatları çoğu zaman olayın koşullarına göre değerlendirme yaptığı için genel ilkeler oluşturmak mümkün olsa da her yeni durum yeni bir standart yaratabilmektedir. Bu durum, hukuk güvenliği açısından sorun yaratır (Kaya, 2022).

b) Ulusal Hukuk Sistemlerinde Öngörülemezlik

Pozitif yükümlülüğün uluslararası düzeyde gelişmesi, iç hukuk düzenlerinde öngörülemeyen yükler oluşturabilir. Örneğin mahkemeler, devletin yeni risk alanlarında gerekli önlemleri almadığını belirterek ihlal kararı verebilir. Oysa bu alanlar çoğu zaman yasama organı tarafından henüz düzenlenmemiş olabilir.

c) "*Makullük*" Standartlarının Değişkenliği

Pozitif yükümlülüğün en çok eleştirilen yönlerinden biri, mahkemelerin devletin yükümlülüklerini değerlendirirken "makullük", "orantılılık", "gerekli özen" gibi esnek kavramlara başvurmasıdır. Bu standartların belirlenme biçimi farklı hukuk sistemlerinde değişiklik gösterebilir ve uygulamada tutarsızlıklara yol açabilir.

1.3. Maliyet, Kaynak ve İdari Kapasite Eleştirisi

Pozitif yükümlülüğün önemli bir kısmı devletin aktif politika üretmesini ve kamu hizmetleri sunmasını gerektirdiği için maliyet unsurunun ciddi bir tartışma başlığı haline geldiği görülmektedir (Coşkun, 2024; Metin, 2010).

a) Sosyal Hakların Maliyeti

Sosyal güvenlik, barınma, sağlık hizmeti, çevre koruma veya eğitim gibi alanlarda pozitif yükümlülükler genellikle yüksek maliyet gerektirir. Devletin bu alanlarda etkili koruma

sağlaması bütçesel kaynakların yeniden dağıtılmasını gerektirir. Bu durum kimi zaman ekonomik kapasitenin sınırlarını zorlayabilir.

b) Kamu Yönetimi Kapasitesinin Sınırları

Pozitif yükümlülüğün gerektirdiği önleme, denetleme ve müdahale mekanizmalarının oluşturulması, özellikle sınırlı kurumsal kapasiteye sahip ülkelerde ciddi sorunlara yol açabilir. Devletin gerekli koruma altyapısını oluşturamaması ihlallerin önlenememesine sebep olurken, yargısal denetimde devlete yöneltilen "*yetersizlik*" gerekçeli eleştirileri de artırabilir (Özgen, 2022, s. 241-245).

c) Ekonomik Koşulların Göz Ardı Edilmesi Eleştirisi

Pozitif yükümlülüğün ekonomik gerçekler dikkate alınmadan genişletilmesinin normatif açıdan sorunlu olabilmektedir. Ekonomik krizler, doğal afetler, savaş ortamı gibi olağanüstü durumlarda devletin kaynakları sınırlı olduğu hâlde pozitif yükümlülük standartlarının aynı şekilde uygulanması hakkaniyetli bulunmamaktadır.

1.4. Organlar Arası Yetki Çatışması Eleştirisi

Pozitif yükümlülüğün genişletilmesi, devletin farklı organları arasındaki iş bölümü, yetki dağılımı ve fonksiyonel sınırlar üzerinde önemli değişimler yaratmaktadır. Bu durum kimi zaman organlar arasında uyumlu işleyişi desteklese de özellikle yorumun sınırlarının genişlemesi hâlinde çeşitli yetki çatışmalarına neden olabilmektedir. Pozitif yükümlülük, devletin aktif müdahalesini gerektirdiği ölçüde, hangi organın hangi araçlarla bu müdahaleyi gerçekleştireceğinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Özellikle yürütme ve yargı arasındaki ilişkinin niteliği bu bağlamda yoğun tartışmaların merkezinde yer almaktadır (Özgen, 2022, s. 241-245; Şimşek, 2012, s. 17-19).

Pozitif yükümlülüğün geniş yorumlanması, mahkemeleri çoğu zaman yürütmenin sorumluluk alanına ilişkin ayrıntılı değerlendirmeler yapmaya zorlar. Bu değerlendirmenin sınırları belirsizleştiğinde, yargı organı yürütmenin takdir yetkisi kapsamında kalan konulara müdahale eder hâle gelir. Örneğin yürütmenin hangi durumda nasıl bir koruma tedbiri uygulaması gerektiği, risk değerlendirmesinin nasıl yapılacağı veya kolluk güçlerinin müdahale düzeyinin belirlenmesi tipik olarak idari takdir alanına bağlıdır. Ancak pozitif yükümlülük gerekçesiyle bu alanlarda yargısal denetimin yoğunlaşması, yürütmenin politika belirleme kapasitesinin sınırlanmasına yol açabilir (Coşkun, 2024, s. 692; Oktay ve Arıkan, 2023, s. 129-130).

Mahkemelerin pozitif yükümlülük çerçevesinde verdiği kararlar, yürütmenin sadece geçmiş olaylardaki zaaflarını değil, geleceğe yönelik politikalarının da sınırlarını belirleyebilir.

Böylece yargı, doğrudan kamu politikası üretmeye yönelik bir pozisyonda değerlendirilmeye başlanır.

Yetki çatışmalarının bir diğer boyutu, yürütmenin pozitif yükümlülük kapsamında geniş bir idari kapasite kurmak zorunda olmasıdır. Yargının beklentileri doğrultusunda alınması gereken koruma tedbirleri, yürütmenin mevcut kaynakları ve kurumsal yapılarıyla uyumlu olmayabilir. Dolayısıyla mahkemelerin belirlediği standartların uygulanabilirliği tartışmalı hâle gelir. Eğer yargı, yürütmenin yerine somut politika ve yöntem önerileri koymaya başlarsa, organlar arasında işlevsel karışıklık doğar. Bu tür gerilimler, özellikle aile içi şiddet, çevresel tehlikeler, kamu düzeni, ifade özgürlüğü ve kişisel verilerin korunması gibi alanlarda sıkça görülmektedir (AİHM, 2024, s. 17; Gökalp, 2022, s. 292).

Son olarak, yasama organının yetki alanı da pozitif yükümlülük gerekçesiyle dolaylı biçimde etkilendiği için üçlü bir gerilim hattı ortaya çıkabilir. Yargı, yürütmenin yerine geçerek politika belirlediğinde, yasamanın düzenleme yetkisi dolaylı olarak etkilenir; çünkü yürütme ile yasama arasındaki politika oluşturma döngüsü, mahkemenin belirlediği standartlara uyma zorunluluğu sebebiyle daralabilir.

Kısacası, pozitif yükümlülüğün devlet organları arasında doğru tanımlanmaması, yetki çatışmalarını kaçınılmaz hâle getirebilir. Bu nedenle pozitif yükümlülüğün sınırlarının belirlenmesi, organlar arası dengeyi koruyan bir yaklaşım gerektirir.

a) Yürütmenin Takdir Yetkisinin Sınırlandırılması

Pozitif yükümlülük doktrininin genişlemesi, çoğu hukuk sisteminde yürütme organının takdir yetkisinin daralmasına ilişkin yoğun tartışmaları beraberinde getirmiştir. Yürütme organı, kamu güvenliği, sosyal politikalar, çevresel yönetim, sağlık hizmetleri ve kolluk faaliyetleri gibi alanlarda geniş bir değerlendirme alanına sahiptir. Ancak pozitif yükümlülüklerin mahkemelerce geniş yorumlanması, yürütmenin bu alanlardaki serbestisini azaltarak hem uygulama hem de politika yapım süreçlerini etkileyebilir. Bu durum özellikle uluslararası insan hakları hukuku bağlamında daha görünür hâle gelmiştir.

Uluslararası düzeyde pozitif yükümlülük kapsamında yürütmenin takdir yetkisini sınırlayan içtihatlara en belirgin şekilde Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) kararlarında rastlanmaktadır. Örneğin (Osman v. The United Kingdom (Application no. 87/1997/871/1083) Osman/Birleşik Krallık (1998) kararında Mahkeme, bir bireyin hayatına yönelik öngörülebilir bir tehdit bulunması hâlinde devletin harekete geçmemesini ihlal olarak değerlendirmiştir. AİHM burada yürütmenin olayın niteliğine göre "*müdahale etmeme*" yönündeki takdirini kabul etmemiş ve risk değerlendirmesinin yetersizliğini pozitif yükümlülük ihlali olarak görmüştür.

Böylece yürütmeye tanınan operasyonel değerlendirme alanı daralmış; risk analizinin uygun yapılmaması devletin sorumluluğunu doğuran bir kriter hâline gelmiştir.

Benzer şekilde AİHM - *Opuz v. Turkey* (Karar, 9 Haziran 2009) kararında AİHM, aile içi şiddet vakalarında yürütmenin aldığı tedbirlerin yetersiz kalması nedeniyle Türkiye'yi hem yaşam hakkı hem de kötü muamele yasağı bağlamında sorumlu tutmuştur. Mahkeme, yürütmenin hangi tedbirleri "*uygun*" veya "*yeterli*" gördüğüne bakmaksızın, koruma mekanizmalarının sonuca ulaşmadığını vurgulamış ve devletin hareketsizliğini bir pozitif yükümlülük ihlali olarak nitelendirmiştir (European Court of Human Right, 2009). Bu karar uluslararası alanda yürütmenin takdir yetkisini en belirgin şekilde sınırlayan içtihatlardan biridir.

Çevre hakkına ilişkin klasik bir örnek olan Lopez Ostra/İspanya (1994) (López Ostra vs. Spain, Application No. 16798/90) kararında ise AİHM, yürütmenin çevresel risklerle ilgili değerlendirmesini yeterli görmeyerek devletin gerekli önlemleri almamasını ihlal olarak kabul etmiştir. Bu karar, yürütmenin çevre yönetimi konusundaki uzmanlık ve takdir yetkisinin uluslararası bir mahkeme tarafından sınırlandırılabileceğini göstermektedir (Singh, 2025).

Uluslararası bağlamdan ulusal uygulamalara dönüldüğünde, Almanya Federal Anayasa Mahkemesi (Bundesverfassungsgericht) özellikle 2021 tarihli "*İklim Kararı*" ile yürütmenin ve yasamanın geleceğe yönelik çevre politikalarını yetersiz bulmuş ve pozitif yükümlülük gerekçesiyle devlet organlarını daha sıkı önlemler almaya zorlamıştır. Mahkeme, iklim değişikliğinin ileride temel hakları tehdit edeceğini öngörerek yürütmenin mevcut politikalarını insan hakları açısından "*yetersiz*" kabul etmiştir (Mayer, 2021; Setzer ve Higham, 2021). Bu karar, pozitif yükümlülüğün yürütmenin politika takdirine müdahale etmede ne derece ileri gidebileceğine çarpıcı bir örnektir.

Hollanda Yüksek Mahkemesi'nin (Hoge Raad) "*Urgenda Kararı*" (2019) da benzer şekilde yürütmenin iklim politikalarının yetersizliği sebebiyle devleti süratle karbon emisyonu azaltımına yönlendirmiştir. Mahkeme yürütmenin "*iklim önlemi alıp almama*" veya "*hangi hızı tercih edeceği*" konusundaki takdirini pozitif yükümlülük gerekçesiyle sınırlamıştır. Bu karar, mahkemelerin kamu politikalarının genel yönelimini değiştirecek ölçüde müdahalede bulunabileceğini göstermektedir (Lavrijssen ve Uijl, 2020; Peel ve Osofsky, 2020). Dolayısıyla Hollanda örneği yürütmenin takdir alanının, özellikle sosyal veya çevresel risk içeren konularda mahkemelerce önemli ölçüde daraltılabileceğini ortaya koymaktadır.

Karşılaştırmalı hukukta dikkat çeken bir diğer ülke Birleşik Krallık olup, iç hukukta yürütmenin politika alanını korumak amacıyla geliştirilmiş "*discretionary area of judgment*" (R (SB) v. Governors of Denbigh High School, (2006) UKHL 15) doktrini bulunmaktadır. Bu doktrin, mahkemelerin teknik uzmanlık gerektiren veya siyasi önceliklendirme içeren alanlarda

yürütmenin kararlarına büyük ölçüde saygı duymasını sağlar. Ancak AİHM'in pozitif yükümlülük içtihadı, bu doktrini çoğu zaman sınırlandırmakta ve ulusal mahkemelerin daha müdahaleci bir pozisyon almalarına neden olabilmektedir.

Türkiye'de ise Anayasa Mahkemesi (AYM) bireysel başvuru mekanizması yoluyla yürütmenin takdir alanına zaman zaman müdahalede bulunmuştur. Özellikle aile içi şiddet, kişisel verilerin korunması, çevresel etkiler, kolluk güçlerinin güç kullanımında yeterli denetim sağlayamaması gibi durumlarda AYM'nin verdiği kararlar yürütmenin hangi tedbirleri ne zaman alması gerektiğini belirleyen bir nitelik kazanmıştır. Örneğin Tuba Arslan (B. No: 2014/256, 19/12/2019) Kararı kadına yönelik şiddet vakalarında yürütmenin önleyici tedbir alma yükümlülüğünün altını çizmiş; Somalı maden kazasıyla (B. No: 2013/6147, 17/9/2015) ilgili başvurularda Mahkeme, önleyici denetim mekanizmalarının etkisizliği nedeniyle yürütmenin pozitif yükümlülüğünü ihlal ettiğini tespit etmiştir.

Yürütmenin takdir yetkisinin sınırlanmasına yönelik eleştirilerin merkezinde yargısal müdahalenin kapsamı bulunmaktadır. Mahkemelerin, yürütmenin teknik uzmanlık gerektiren konulardaki değerlendirmelerini yeterli bulmayıp "*daha iyi nasıl yapılacağını*" belirlemesi, özellikle kamu yönetimi literatüründe "*mahkemelerin idareleşmesi*" olarak eleştirilmiştir. Bu durum, mahkemelerin demokratik meşruiyet ve teknik kapasite bakımından yürütmenin yerini alamayacağı düşüncesine dayanmaktadır. Ayrıca mahkemelerin belirlediği standartların uygulanabilirliği ve maliyeti de yürütmenin politika alanını zorlayan unsurlardır (Shapiro, 1981; Sunstein, 1999; Breyer, 1993).

Nihayetinde pozitif yükümlülük, yürütmenin takdir yetkisini tamamen ortadan kaldırmamaktadır ancak müdahale edilebilir bir alan yaratır. Sorun, bu müdahalenin sınırlarının nasıl belirleneceğidir. Yargı organları pozitif yükümlülük doktrinini uygularken, yürütmenin karar alma süreçlerindeki uzmanlık, hız, kaynak planlaması ve siyasal sorumluluk dinamiklerini göz önünde bulundurmadığında; yürütme-yargı ilişkisi gerilimli bir hâle gelebilir. Bu gerilim ise hem demokratik meşruiyet hem de kurumsal işleyiş bakımından tartışmaları beraberinde getirir.

b) Yargıya Aşırı Rol Yüklenmesi

Pozitif yükümlülük doktrininin mahkemeler tarafından geniş yorumlanması, yargı organlarının devletin koruma sorumluluklarına ilişkin neredeyse tüm alanlarda belirleyici bir aktör hâline gelmesi sonucunu doğurabilmektedir. Bu durum, yargının klasik fonksiyonu olan hukuki uyuşmazlıkları çözme görevinden uzaklaşarak, kamu politikalarının içerik ve yönelimini belirleyen bir konuma gelmesi nedeniyle ciddi meşruiyet tartışmalarına yol açmaktadır. Yargının politika yapıcı aktör hâline gelmesi eleştirisi, uluslararası insan hakları hukukunda ve

ulusal anayasa yargısında giderek daha görünür bir tartışma başlığı hâlini almıştır (Stoyanova, 2024; Değirmencioğlu, 2021, s. 55-60).

Bu eleştirinin somutlaşmasını sağlayan en dikkat çekici örnekler arasında Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin (AİHM) pozitif yükümlülük içtihadı bulunmaktadır. AİHM, bazı kararlarında devletin yalnızca ihlalleri önlemekle değil, aynı zamanda risk analizini doğru yapmak, gerekli önleyici tedbirleri almak ve düzenleyici mekanizmaları işletmekle yükümlü olduğunu vurgulamaktadır. Örneğin Osman/Birleşik Krallık (1998) (Application no. 87/1997/871/1083) kararında Mahkeme, bir bireyin yaşamına yönelik öngörülebilir tehdidin gereği gibi değerlendirilmemesini ihlal olarak belirlerken yürütmenin karar alma sürecine müdahale niteliğinde ayrıntılı bir değerlendirme yapmıştır (Stoyanova, 2020; Lazarus, 2013). Bu yaklaşım, idarenin risk tespitine ilişkin teknik yetkinliğini göz ardı ettiği için, bazı akademisyenlerce yargısal aktivizmin sınırlarını aşan bir müdahale olarak değerlendirilmiştir.

Benzer biçimde, aile içi şiddet vakalarında devletin yetersiz müdahalesini ele alan Opuz/Türkiye (2009) kararında AİHM, yürütmenin hangi tür koruma tedbirlerini ne kadar süreyle ve hangi yoğunlukta uygulaması gerektiğine ilişkin oldukça kapsamlı değerlendirmelerde bulunmuştur (European Court of Human Rights, 2009). Mahkemenin bu yaklaşımı mağdurun korunması açısından önemli bir ilerleme olmakla birlikte, yürütmenin operasyonel takdir yetkisinin uluslararası bir mahkeme tarafından daraltıldığı yönündeki tartışmalara neden olmuştur (Düğmeci ve Gürsel, 2019, s. 857-563).

Yargıya aşırı rol yüklenmesine ilişkin eleştirilerin en belirgin görüldüğü alanlardan biri çevre hukuku ve iklim politikalarıdır. Lopez Ostra/İspanya (1994) kararında AİHM'in çevresel risklerin yönetimine ilişkin idari süreçleri değerlendirmesi, ulusal idarenin çevre yönetimi konusundaki teknik değerlendirme kapasitesinin yetersiz olduğu varsayımıyla hareket ettiği yönünde yorumlara sebep olmuştur (Bello ve Desgagne, 1995, s. 788-791; Segura, 2023). Buna ek olarak, ulusal mahkemeler düzeyinde de benzer tartışmalar mevcuttur. Almanya Federal Anayasa Mahkemesi'nin 2021 İklim Kararı (Neubauer/1 BvR 2656/18, 24 Mar 2021), yürütmenin iklim politikası hedeflerinin geleceğe ilişkin öngörülebilirlik bakımından yetersiz olduğu gerekçesiyle devlet organlarını daha sıkı tedbirler belirlemeye zorlamıştır. Bu karar, anayasa mahkemelerinin devlet politikalarının uzun vadeli yönelimlerini belirlemede artan etkisini açıkça göstermektedir (Kotzé, 2022, s. 1423-1425). Hollanda Yüksek Mahkemesi'nin Urgenda (Supreme Court, 20 Dec 2019) kararı da iklim politikalarının mahkeme kararıyla şekillendirildiği en önemli örnekler arasındadır. Bu kararda mahkeme, yürütmenin karbon emisyonu azaltım hedeflerini yetersiz bulmuş ve devlete belirli tarihlerde bağlayıcı azaltım yükümlülükleri getirmiştir (Mitkidis ve Valkanou, 2020, s. 11-16). Bu durum, mahkemelerin

iklim politikası gibi yüksek düzeyli kamu politikalarını belirleyici konuma gelmesi nedeniyle hem destek hem eleştiri toplamıştır.

Türkiye bağlamında Anayasa Mahkemesi'nin pozitif yükümlülük standartlarını bireysel başvuru kararlarıyla genişletmesi, yargıya aşırı rol yüklenmesi tartışmalarını zaman zaman gündeme getirmiştir. Örneğin Tuba Arslan Kararı (B. No: 2014/256, 19/12/2019), aile içi şiddetle mücadelede yürütmenin hangi tür koruma tedbirlerini hangi koşullarda uygulaması gerektiğine ilişkin değerlendirmeleri içermekte; fiilen kamu politikası niteliğinde kararların yargısal yorum yoluyla şekillendirildiği görülmektedir.

Bu tür kararlar temel hakların korunması bakımından kuşkusuz önemli katkılar sunmaktadır; ancak yargının teknik, ekonomik veya idari uzmanlık gerektiren alanlarda aşırı belirleyici hâle gelmesi hem demokratik meşruiyet hem de kurumsal işleyiş açısından tartışma doğurmaktadır. Mahkemelerin özellikle sosyal politika, çevre yönetimi, kamu güvenliği ve kolluk planlaması gibi alanlarda yürütmenin yerine geçerek somut politika belirlemeye başlaması, kuvvetler ayrılığı ilkesinin sınırlarının zorlanması anlamına gelebilir. Eleştiriler, yargının demokratik süreçlerden ve toplumsal maliyet değerlendirmelerinden bağımsız olarak karar verdiği; buna karşın bu kararların yürütme üzerinde bağlayıcı etkiler yarattığı yönündedir.

Sonuç olarak, pozitif yükümlülük doktrini yargıya bireylerin haklarını korumada geniş bir denetim alanı tanırken, bu alanın sınırlarının belirgin olmaması yargıya aşırı rol yüklenmesi riskini doğurmaktadır. Bu risk hem insan haklarının etkin korunması hem de demokratik devlet düzeninin sürdürülebilirliği açısından dikkatle dengelenmesi gereken bir mesele olarak değerlendirilmektedir.

c) Yasama-Yargı Gerilimi

Pozitif yükümlülük doktrininin mahkemeler tarafından yorumlanması, yalnızca yürütme organıyla değil, yasama organıyla da önemli bir gerilim alanı yaratmaktadır. Pozitif yükümlülükler çoğu zaman sosyal haklar, çevre politikaları, ekonomik planlamalar ve kamusal hizmetlerin niteliği gibi siyasal tercihler içeren alanlarda belirleyici rol oynadığı için mahkemelerin bu haklara ilişkin ihlal tespitleri, yasamanın politika geliştirme serbestisini doğrudan etkileyebilmekte ve demokratik temsilin sınırlarını zorlayabilmektedir. Bu durum, yasama-yargı ilişkisinde normatif bir gerilim doğurmakta; yargının hak koruma adına geliştirdiği standartlar ile yasamanın siyasal meşruiyete dayalı politika üretme yetkisi arasında karmaşık bir denge ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (O'Cinneide, 2012, s. 239-245; Dönmezkuş, 2024, s. 443-448).

Yasama organı, toplum adına kaynak dağıtımını belirleyen ve sosyal politikaları şekillendiren asli karar merciidir. Buna karşın mahkemeler pozitif yükümlülük gerekçesiyle yasamanın bu

tercihlerini "*yetersiz", "uygunsuz"* veya *"etkisiz*" bulabilir ve ihlal kararı verebilir. Böyle bir durumda yargı, yasamanın ekonomik ve sosyal programlarına doğrudan müdahale eden bir aktör hâline gelir. Örneğin sağlık, barınma, eğitim, sosyal güvenlik veya çevre gibi alanlarda devletin aktif rol üstlenmesi gerektiğini belirten mahkeme kararları, yasama organının hangi politika araçlarını kullanacağına ilişkin tercihlerini sınırlayabilir (Keskinsoy vd., 2024, s. 501-510; Karan, 2018a, s. 89-93).

Uluslararası hukukta bu tartışmanın en görünür örneklerinden biri, Güney Afrika Anayasa Mahkemesi'nin Grootboom (2000) ve Treatment Action Campaign (2002) kararlarıdır. Grootboom kararında Mahkeme, toplumun en yoksul kesimlerinin barınma hakkına erişimi için devletin daha kapsamlı bir konut programı geliştirmemiş olmasını Anayasa'ya aykırı bulmuş; böylece hükümetin ve dolaylı olarak yasamanın sosyal politika tasarımına müdahale etmiştir (Berger ve Kapczynski, 2009). Treatment Action Campaign kararında ise devletin HIV tedavisinde gerekli ilaçlara erişim sağlama konusunda yetersiz kalması, sosyal sağlık politikalarının yeniden düzenlenmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Her iki karar da mahkemelerin sosyal haklar alanında yasamanın politika tercihlerini sınırlayıcı etkisinin güçlü örnekleridir (Heywood, 2009, s. 14-18; Robins ve Lieres, 2004, s. 575-580).

Benzer şekilde, Hindistan Yüksek Mahkemesi'nin "*kamu yararı davası*" (public interest litigation) uygulaması çerçevesinde sosyal hakların geniş yorumlanması, yargının yasamanın yerini aldığı eleştirilerini beraberinde getirmiştir. Temiz suya erişim, çevre koruma, konut ve eğitim gibi temel hizmetlerin niteliğine ilişkin verilen kararlar, mahkemelerin kamu politikalarını ayrıntılı biçimde şekillendirdiğini göstermektedir (Korkut, 2017, s. 52-61).

Türkiye'de de Anayasa Mahkemesi'nin (AYM) bazı kararları, yasama-yargı geriliminin örneklerini sunmaktadır. Özellikle sosyal haklar ve çevre hukuku alanlarında verilen kararlar bu tartışmaları belirginleştirmektedir. AYM'nin zorunlu eğitim süresi, çevresel etki değerlendirmesi, sağlık hizmetlerine erişim veya cezaevindeki yaşam koşulları gibi konularda yaptığı değerlendirmeler, yasamanın belirlediği çerçeveyi "*yetersiz*" bularak devlete ek yükümlülükler yüklediği durumlara işaret etmektedir. Örneğin çevreye ilişkin bazı başvurularda Mahkeme, mevcut kanuni düzenlemelerin etkili uygulanmamasını pozitif yükümlülük ihlali saymış; böylece yasamanın politika tasarımındaki tercihlerinin yetersiz olduğu yönünde bir sonuç ortaya çıkmıştır (Karan, 2018b, 241-250; Doğru, 2018).

Yasama-yargı gerilimi tartışmalarının temelinde demokratik meşruiyet ilkesi yer almaktadır. Yasama organı doğrudan halk iradesine dayanırken, yargı organı demokratik seçimle gelmemekte; kararları halkın politik tercihlerini değil hukuki ilkeleri temel alarak vermektedir. Dolayısıyla mahkemelerin sosyal politika alanına müdahalesi, demokratik hesap verebilirlik

açısından tartışmalıdır. Bununla birlikte savunulan görüşlerden biri de yasamanın temel hakları koruma konusunda yetersiz kaldığı durumlarda yargının devreye girerek bireyleri korumasının anayasal devlet anlayışının gereği olduğudur. Bu çerçevede yasama-yargı ilişkisi katı bir çatışma değil, tamamlayıcı bir denge mekanizması olarak görülmelidir (Dede, 2014, s. 125-131; Egemen, 2023, s. 22-27).

Ancak pozitif yükümlülük doktrininin sınırlarının belirsizliği, mahkemelerin hangi alanlarda yasamanın tercihlerini değerlendirme hakkına sahip olduğu sorusunu kritik hâle getirmektedir. Sosyal hakların kapsamı genişledikçe, mahkemelerin bütçe, ekonomik istikrar ve kaynak dağılımı gibi konularda bağlayıcı kararlar vermesi demokratik sürecin işleyişini karmaşıklaştırabilir. Bu nedenle pozitif yükümlülüklerin yorumlanmasında hem hak koruma gerekliliği hem de yasamanın demokratik takdir alanı arasında hassas bir denge kurulmalıdır.

Sonuç olarak, yasama-yargı gerilimi pozitif yükümlülük teorisinin merkezî tartışma alanlarından biridir. Mahkemelerin hakları koruma adına yasamanın tercihlerini yetersiz bulması kimi zaman bireylerin haklarını güçlendirse de uzun vadede demokratik temsilin sınırlarını zorlayabilir. Bu nedenle yargısal denetimin kapsamı hem insan haklarının etkin korunması hem de demokratik meşruiyetin sürdürülmesi için özenle tasarlanmalıdır.

2. Uluslararası Standartların Ulusal Egemenlik Üzerindeki Etkisi

Pozitif yükümlülük eleştirilerinin bir diğer boyutu, uluslararası denetim mekanizmalarının ulusal hukuk üzerindeki belirleyici etkisidir.

2.1. Uluslararası Yargı Organlarının Belirleyiciliği

AİHM ve benzeri uluslararası yargı organlarının pozitif yükümlülükler alanında geliştirdiği içtihatlar, ulusal hukuk düzenleri üzerinde doğrudan yönlendirici bir etki yaratmaktadır. Devletlerin temel hak ve özgürlükleri koruma biçimlerini yalnızca kendi anayasal yapılarına göre değil, aynı zamanda uluslararası denetim standartlarına uygun şekilde belirlemesini bekleyen bu yaklaşım, ulusal egemenlik tartışmalarını önemli ölçüde derinleştirmiştir. Özellikle AİHM'in pozitif yükümlülük içtihadında benimsenen dinamik yorum yöntemi ("*living instrument*" yaklaşımı), Sözleşme'nin kapsamının zaman içinde genişlemesine ve devletlerin bu genişlemiş yükümlülük alanına uyum sağlaması zorunluluğuna yol açmıştır (Akandji-Kombe, 2008, s. 7-10; Yüzer Eltimur, 2018, s. 93-97).

Bu durumun çarpıcı örnekleri arasında Osman/Birleşik Krallık, Opuz/Türkiye ve Budayeva/Rusya kararları yer almaktadır. Bu kararlar, güvenlik politikaları, aile içi şiddetle mücadele ve afet yönetimi gibi genellikle ulusal yürütme organlarının takdir yetkisine bırakılan alanlarda bile uluslararası standartların belirleyici olabildiğini göstermektedir. Bazı devletlerde bu yaklaşım, uluslararası mahkemelerin "*ulusal politika yapım sürecine müdahale ettiği*"

yönünde eleştirilerle karşılanmış; özellikle egemenlik ve demokratik meşruiyet açısından dikkat edilmesi gereken bir gerilim alanı olarak değerlendirilmiştir (Gümüş Boyacı, 2023, s. 205).

AİHS'nin "*yaşayan bir belge*" olarak yorumlanması, Mahkeme'ye Sözleşme hükümlerini değişen toplumsal koşullara uyarlama imkânı tanımaktadır. Bu yöntem pozitif yükümlülük alanını zaman içinde genişletmiş olsa da eleştirmenler bu yaklaşımın iki temel risk barındırdığını savunmaktadır. İlk olarak, Mahkeme'nin güncel değerleri esas alması Sözleşme'nin kurucu iradesinden uzaklaşılması ve normatif sınırların belirsizleşmesi sonucunu doğurabilir. İkinci olarak, bu esnek yorum yöntemi uluslararası yargı organının rolünü güçlendirirken, taraf devletlerin demokratik meşruiyete dayanan düzenleme yetkisini gölgede bırakabilir. Bu nedenle yaşayan belge doktrini, insan haklarının gelişimine katkı sağlasa da ulusal egemenlik ve yorum istikrarı bakımından tartışmalı bir konumda değerlendirilmektedir (Çadak, 2018, s. 1-5; Şirin, 2011, 283-284).

2.2. Sosyal Haklarda Yargısal Denetimin Sınırlılığı Tartışması

Pozitif yükümlülüğün özellikle sosyal haklar alanında uygulanması, justiciability yani yargısal denetlenebilirlik tartışmalarını gündeme getirmiştir.

a) Program Normları - Direkt Etki Ayrımı

Birçok anayasal sistemde sosyal haklar, devletin uzun vadeli hedeflerini gösteren program normları olarak düzenlenmiştir. Bu tür hükümler, devletin belirli bir hizmeti hemen sağlama yükümlülüğünü değil, aşamalı biçimde gerçekleştirme yönündeki politik taahhütlerini ifade eder. Ancak bazı mahkemeler sosyal haklara doğrudan uygulanabilirlik tanıyarak, bu hükümleri bireylerin somut talepte bulunabileceği haklar şeklinde yorumlama eğilimi göstermektedir. Bu ayrım önemli bir tartışma alanı yaratmaktadır; çünkü program normlarının "*hemen uygulanabilir*" kabul edilmesi, yargının siyasal tercih alanına müdahale etmesi sonucunu doğurabilir. Buna karşılık direkt etki tanımayan yaklaşımlar ise hakların etkin korunmasını zayıflattığı gerekçesiyle eleştirilmektedir. Böylece program normları-direkt etki ayrımı, sosyal hakların yargısal denetim sınırlarını belirleyen temel meselelerden biri hâline gelmiştir (Yıldırım, 2014, s. 153-155)

b) Bütçe Takdirinin Yargısal Denetimi

Sosyal hakların gerçekleştirilmesi önemli ölçüde mali kaynak tahsisine bağlı olduğundan, mahkemelerin bu alana ilişkin değerlendirmeleri doğrudan bütçe politikalarını etkileme potansiyeline sahiptir. Yargının belirli bir hizmetin kapsamını veya düzeyini zorunlu kılan kararlar vermesi, yasamanın gelir-gider dengesini belirleme yetkisini sınırlayabilir. Bu nedenle

birçok hukuk sistemi, bütçe hakkının demokratik meşruiyet taşıdığı gerekçesiyle sosyal harcamaların kapsamını genişletici yargısal müdahalelere temkinle yaklaşmaktadır. Bazı ülkelerde mahkemeler yalnızca "*asgari koruma*" standartlarını denetlemekle yetinirken, ayrıntılı kaynak tahsisi kararlarını yasamanın takdirine bırakmaktadır. Böylece bütçe takdirinin yargısal denetimi, sosyal hakların korunması ile demokratik bütçe yetkisinin sınırları arasında hassas bir denge kurmayı gerektiren bir tartışma alanı hâline gelmiştir (Müftüoğlu, 2024; Durkal ve Akbey, 2016).

2.3. Pozitif Yükümlülüğün Sınırlarının Belirlenmesindeki Zorluklar

Pozitif yükümlülüğün sınırlarının belirlenmesindeki güçlük, yalnızca kavramın genişleyen kapsamından değil, aynı zamanda farklı hukuk düzenlerinde ortaya çıkan uygulama çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Devletin hangi durumda hangi ölçüde müdahale etmekle yükümlü olduğu sorusu hem ulusal hem uluslararası yargı organlarının farklı yorumlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu durum, pozitif yükümlülüğün belirli bir çerçeveye oturtulmasını zorlaştırırken, uygulamada öngörülebilirlik sorunları da yaratmaktadır. Aşağıdaki alt başlıklar, kavramın sınırlarının neden net biçimde tanımlanamadığını ortaya koyan iki temel tartışma alanını ele almaktadır (Kaya, 2022; Gülfidan, 2020).

a) Dinamik ve Duruma Göre Belirlenen Standartlar

Pozitif yükümlülüğün en tartışmalı noktalarından biri, devletin hangi somut durumda hangi düzeyde önlem almakla yükümlü olduğunun kesin biçimde belirlenememesidir. Her olayın kendine özgü koşulları—örneğin riskin yoğunluğu, bireyin kırılganlığı, kamu makamlarının önceden elde ettiği bilgiler, olayların gelişim hızı ve müdahale kapasitesi—pozitif yükümlülüğün kapsamını sürekli olarak değiştirmektedir. Bu değişken yapı, mahkemelerin değerlendirmelerini de kaçınılmaz biçimde olaya özgü hâle getirir; dolayısıyla aynı hukuki ilke farklı olaylarda farklı sonuçlar doğurabilir (Arıkan ve Oktay, 2023; Karabulut, 2020, s. 231-237).

AİHM'in içtihatlarında bu durum açıkça görülmektedir. Mahkeme, *"gerçek ve yakın tehlike"*, *"makul özen"* veya *"öngörülebilirlik"* gibi soyut kavramları her olayın bağlamına göre yeniden yorumlamakta; bu da standartların pratikte sabit bir çerçeveye oturtulmasını güçleştirmektedir. Ulusal mahkemeler ise bu esnekliği kendi iç hukuklarına uyarlarken farklı ölçeklerde uygulamakta; kimi zaman AİHM kararlarını genişletici, kimi zaman daraltıcı yorumlar geliştirmektedir.

Bu bağlamsallık, pozitif yükümlülüğün insan haklarını koruma açısından esnek ve uyarlanabilir bir mekanizma olmasını sağlasa da hukuk güvenliği bakımından bazı sorunları beraberinde getirir. Özellikle idari makamların hangi tedbirleri almakla yükümlü olduğu konusunda

öngörülebilirlik azalmakta; yargı organlarının olaylara göre değişen değerlendirmeleri, doktrinde "*standart belirsizliği"* veya "*olay bazlı tutarsızlık*" şeklinde eleştirilere yol açmaktadır.

b) Devlete Aşırı Yük Yüklenmesi Eleştirisi

Pozitif yükümlülük teorisine yöneltilen önemli eleştirilerden biri, bu yaklaşımın devletin mevcut kurumsal ve ekonomik kapasitesini aşan sorumluluklar doğurabileceğidir. Hakların korunmasının yalnızca müdahaleyi önlemekle sınırlı görülmediği, aksine devletin aktif önlemler alma zorunluluğu bulunduğu bir sistemde, kamusal kaynakların ne ölçüde ve hangi önceliklerle tahsis edileceği tartışmalı bir mesele hâline gelir. Devletin tüm bireyleri tüm risklere karşı korumaya yönelik geniş bir sorumluluk üstlenmesi gerektiği yönündeki yorumlar, özellikle ekonomik kriz dönemlerinde veya kapasite yetersizliğinin belirgin olduğu ülkelerde gerçekçi bulunmamaktadır (Kaya, 2022; Duygun ve Şahin, 2024; 91-100).

Bu eleştiri, sosyal haklar başta olmak üzere geniş çaplı kamu hizmeti gerektiren alanlarda daha belirgindir. Örneğin konut, sağlık, eğitim veya çevre koruma gibi alanlarda pozitif yükümlülüklerin oldukça geniş yorumlanması, devletin sınırlı kaynaklarının zorlanmasına ve mali sürdürülebilirliğin tehlikeye girmesine yol açabilir. Ayrıca mahkemelerin pozitif yükümlülük gerekçesiyle devletin belirli politikaları benimsemesini zorunlu kılması, yürütmenin bütçe planlamasını ve yasamanın kaynak dağıtımı yetkisini karmaşıklaştırabilir.

Eleştirilerin bir diğer boyutu da kurumsal kapasiteyle ilgilidir. Devletin her risk alanında uzmanlaşmış, hızlı müdahale kapasitesi yüksek bir idari mekanizma kurması çoğu zaman mümkün değildir. Buna rağmen mahkemelerin pozitif yükümlülük çerçevesinde yüksek standartlar belirlemesi, idarenin bu standartlara ulaşmasını zorlaştırabilir ve kamu hizmetlerinde aksamalara neden olabilir. Bu nedenle bazı yazarlar, pozitif yükümlülüğün genişletilmesinin iyi niyetli olsa da devletin asli görevlerinden sapmasına ve idari yükün aşırı artmasına yol açabileceğini savunmaktadır (Yüzer Eltimur, 2018).

Bu çerçevede devlete aşırı yük yüklenmesi eleştirisi, pozitif yükümlülüğün uygulanmasında orantılılık, kaynak gerçekliği ve idari kapasite gibi kriterlerin dikkate alınmasının gerekliliğine işaret eden önemli bir tartışma alanıdır.

SONUÇ

Çalışmada, 1982 Anayasası çerçevesinde temel hak ve özgürlüklerin korunmasında devlet organlarının pozitif yükümlülüklerini ele alırken, kavramın hem kuramsal temellerini hem de ulusal ve uluslararası düzeydeki içtihadi gelişimini kapsamlı biçimde incelemiştir. Pozitif yükümlülük, modern insan hakları anlayışının merkezinde yer almakta; devletin yalnızca müdahaleden kaçınmasını değil, bireylerin haklarını gerçek anlamda kullanabilmesi için aktif

ve etkili önlemler almasını gerektirmektedir. Bu bağlamda yasama, yürütme ve yargı organlarının her biri, hak koruma mekanizmasının farklı aşamalarında tamamlayıcı roller üstlenmektedir. Yasama gerekli normatif çerçeveyi oluşturmakta, yürütme bu çerçeveyi uygulamaya dönüştürmekte, yargı ise ihlallerin giderilmesini ve denetimini sağlayarak sistemin işleyişini güvence altına almaktadır.

Ancak pozitif yükümlülüğün içeriğinin zaman içinde genişlemesi, özellikle AİHM ve ulusal yüksek mahkemelerin dinamik yaklaşımıyla birleştiğinde, çeşitli normatif ve kurumsal tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Yargı organlarının devletin koruma sorumluluklarını ayrıntılı biçimde belirlediği kararlar, kimi zaman yürütmenin takdir yetkisini daraltmakta; sosyal haklar alanında yasamanın bütçe ve politika belirleme yetkisini sınırlayarak demokratik temsil açısından sorgulanan bir durum yaratmaktadır. "*Yaşayan belge*" yaklaşımı ise uluslararası standartları canlı tutmakla birlikte, ulusal egemenlik ve hukuki öngörülebilirlik bakımından eleştirilmektedir. Öte yandan devletin artan yükümlülüklerinin ekonomik, teknik ve kurumsal kapasiteyle her zaman örtüşmemesi, pozitif yükümlülüğün uygulanabilir sınırlarını tartışmalı hâle getirmektedir.

Bütün bu değerlendirmeler, pozitif yükümlülüğün hem hakların etkin korunması için vazgeçilmez bir araç hem de devlet organları arasındaki yetki dağılımını yakından etkileyen bir kavram olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla gelecekte izlenmesi gereken yaklaşım, üç temel hedefi eş zamanlı gerçekleştirmeyi amaçlayan dengeli bir model olmalıdır: (1) hakların fiilen korunmasını sağlayacak etkin bir devlet mekanizması, (2) organlar arası yetki paylaşımını gözeten kurumsal denge ve (3) demokratik meşruiyeti zedelemeyen yargısal denetim anlayışı. Böyle bir çerçeve hem bireylerin haklarının etkili şekilde korunmasına hem de anayasal işleyişin istikrarla sürdürülmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akandji-Kombe, J.-F. (2008). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi kapsamında pozitif yükümlülükler (Ö. H. Çınar & A. Kaya, Çev.). Avrupa Konseyi.

Altay, Ö. (2022). Anayasa Mahkemesi'ne bireysel başvuruda yeni dönem: İhlallerin kaldırılmasına yönelik olarak TBMM'ye çağrı kararları. İçinde İnsan haklarının korunmasında yasama organının rolü uluslararası sempozyum bildiriler kitabı. TİHEK & Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.

Anayasa Mahkemesi. (2019). Tuba Arslan (B. No: 2014/256, 19/12/2019).

Anayasa Mahkemesi. (2020). Y.M. ve diğerleri (Soma Maden Faciası) (B. No: 2015/15950, 7/5/2020).

Anayasa Mahkemesi. (2021). K.A. ve diğerleri (Soma Maden Faciası) (B. No: 2016/32634, 3/3/2021).

Arıkan, C., & Oktay, O. (2023). Mülkiyet hakkı yönünden devletin pozitif yükümlülükleri kavramı (AİHM ve AYM'nin içtihatlarına eleştirel bir yaklaşım). Kırıkkale Hukuk Mecmuası, 3(1), 109-137.

Arslan, M. (2018). İdari kolluk uygulamalarında kolluk kuvveti anlayışından kolluk hizmeti anlayışına geçiş. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 52, 175-196.

Atar, Y. (2009). The main features of 1982 Turkish Constitution. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 58*, 123–150.

Atay, E.E. (2013). Yargı bağımsızlığı ve tarafsızlığı ilkesi ışığında Danıştay. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, *17*(2), 1129-1154.

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi. (2024, 31 Ağustos). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi madde 2 rehberi.
Bakırcı, F. (2017). Anayasa değişikliklerinin içtüzüğe uyarlanması bağlamında içtüzük değişiklikleri üzerine. İçinde Anayasa değişikliği sonrası TBMM içtüzüğü paneli. Ankara Barosu Yasa İzleme Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi & Yasama Derneği.
Başaran Yavaşlar, F. (2015). Hukuki güvenlik ilkesinin bir alt ilkesi olarak vergi hukukunda yasallık ilkesi. İçinde Hukuk güvenliği. Türkiye Barolar Birliği.
Bayram, A. E. (2024). İnsan haklarının yatay etkisi: Temel haklarının korunma düzeyi bakımından devletin konumunu yeniden düşünmek. Anayasa Yargısı, 41(1).
Bello, J. H., & Desgagné, R. (1995). Lopez Ostra v. Spain. American Journal of International Law, 89(4), 788-791.
Berger, J. M., & Kapczynski, A. (2009). The story of the TAC case: The potential and limits of socio-economic rights litigation in South Africa. In D. R. Hurwitz & M. L. Satterthwaite (Eds.), Human rights advocacy stories (pp. 351-392). Foundation Press.
Breyer, S. (1993). Breaking the vicious circle: Toward effective risk regulation. Harvard University Press.
Boyacı, Ö. T. G. (2023). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi Koruma Sisteminde Tehlikeli Faaliyetler ve Doğal Afetler Karşısında Devletin Yaşam Hakkı Bağlamında Pozitif Yükümlülükleri. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, *29*(1), 205-244.
Bundesverfassungsgericht [Almanya Federal Anayasa Mahkemesi]. (2021, 24 Mart). Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18 u.a. (Klimaschutzgesetz).
Bundesverfassungsgericht [Almanya Federal Anayasa Mahkemesi]. (2021, 24 Mart). Neubauer ve diğerleri v. Almanya (1 BvR 2656/18, 1 BvR 78/20, 1 BvR 96/20, 1 BvR 288/20).
Caniklioğlu, M. D. (2001). Anlamı, kapsamı ve sınırlarıyla temel haklar ve anayasalarımız. İçinde DEÜ Hukuk Fakültesi Mahmut Tevfik Birsel Armağanı (ss. 461-493).
Çadak, Ş. S. (2018). Amerikan realizminde sosyal fayda anlayışının evrimci yorum ile beraber değerlendirilmesi. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 3(4), 1-30.
Çağlar, S. (2015). Hukuk devleti açısından hukuki belirlilik - hukuk güvenliği ilişkisi. İçinde Hukuk güvenliği. Türkiye Barolar Birliği.
Dede, K. (2014). Anayasal yargının demokratik meşruiyeti: Eleştiri ve yanıtlar üzerine bir değerlendirme. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 125-148.
Değirmencioğlu, B. (2021). Klasik egemenlik anlayışında bir kırılma: "Pozitif yükümlülük doktrini" ve Türkiye'ye yansıması. İnsan Hakları Yıllığı, 39(1), 55-104.
Doğan, B., & Erdoğan, D. (2021). Cumhurbaşkanlığı hükümet sisteminde cumhurbaşkanı yardımcıları ile bakanların sorumlulukları meselesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23(1), 163-191.
Doğru, D. (2024). İnsan haklarının yatay etkisi ve Avrupa insan hakları hukukundaki iz düşümü: Pozitif yükümlülük doktrini. Anayasa Yargısı, 41(1), 213-294.
Doğru, O. (2018). Yaşama hakkı. Anayasa Mahkemesine Bireysel Başvuru El Kitapları Serisi - 5. Avrupa Konseyi İnsan Hakları ve Hukukun Üstünlüğü Genel Müdürlüğü & MRK Baskı ve Tanıtım Hizm. Tic. Ltd. Şti.
Dönmezkuş, D. (2024). The theory of horizontal effect and freedom of expression: The perspective of the Turkish Constitutional Court. Anayasa Yargısı, 41(1), 443-496.
Duğmeci, F., & Gürsel, E. (2019). Kadına yönelik aile içi şiddetin önlenmesi hususunda devletin yükümlülükleri ve sorumluluğu. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 21(2), 843-873.
Durkal, M. E., & Akbey, F. (2016). Bütçe hukukunda bir tartışma: Sayıştay'ın performans denetimleri yerindelik denetimi sayılır mı? Journal of Istanbul University Law Faculty, 74(1), 7-52.
Duvan, A. Ö. (2018). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi 2. maddesi çerçevesinde yaşam hakkının korunmasında devletin yükümlülüğü. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 24(2), 660-681.
Duygun, A. M., & Şahin, B. (2024). İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi bağlamında kültürel yaşama katılma hakkı (İHEB madde 27). Türk-Alman Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 6(1), 91-149.
Egeli, H., & Diril, F. (2012). Türkiye'de yerel yönetimlerde mali özerklik ve vergilendirme yetkisi. Sayıştay Dergisi, 84.

Egemen, E. (2023). Anayasa yargısının demokratik meşruluğu sorunu. Antalya Bilim Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1), 22-42.
European Court of Human Rights. (1994). López Ostra v. Spain (Application no. 16798/90).
European Court of Human Rights. (1998). Osman v. The United Kingdom (Application no. 23452/94).
European Court of Human Rights. (2009). Opuz v. Turkey (Application no. 33401/02).
Fendoğlu, H. T. (2017). Olağanüstü dönemler ve yayıncılık. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi, 7*(1), 49-66.
Gökalp, S. S. (2022). Çevre sorunları, devletin pozitif yükümlülüğü ve idarenin sorumluluğu. Memleket Siyaset Yönetim, 17(38), 267-300.
Gören, Z. (2019). Anayasa Mahkemesi ve yasama arasındaki karşılıklı etkileşim. İzmir Barosu Dergisi, 84(3), 231-293.
Gözler, K. (2000). Türkiye'de hükümetlere nasıl istikrar ve etkinlik kazandırılabilir? (Başkanlık sistemi ve rasyonelleştirilmiş parlamentarizm üzerine bir deneme). Türkiye Günlüğü, 62, 25-47.
Gözler, K. (2023). Anayasa hukuku dersleri (27. baskı). Ekin.
Gülçür, A. (2018). AİHM ve Türk Anayasa Mahkemesi'nin kararları ışığında hukuki kesinlik (belirlilik) ilkesinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 24(1), 149-175.
Gülfidan, O. S. (2020). Yaşam hakkı bakımından devletin pozitif yükümlülükleri: Robert Alexy'nin ilkeler teorisi çerçevesinde bir inceleme. Yetkin Yayınları.
Gündüz, F. E. (2007). Yürütmenin düzenleyici işlemleri ve yargısal denetimleri. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 11(1), 753-776.
Hazar, Z. (2024). Yatay etki kavramının Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi sistemi bağlamında değerlendirilmesi. Anayasa Yargısı, 41(1), 367-441.
Heywood, M. (2009). South Africa's Treatment Action Campaign: Combining law and social mobilization to realize the right to health. Journal of Human Rights Practice, 1(1), 14-36.
Hoge Raad der Nederlanden [Hollanda Yüksek Mahkemesi]. (2019, 20 Aralık). ECLI:NL:HR:2019:2007 (The State of the Netherlands v. Urgenda Foundation).
Hoge Raad der Nederlanden [Hollanda Yüksek Mahkemesi]. (2019, 20 Aralık). Urgenda Vakfı v. Hollanda Devleti (ECLI:NL:HR:2019:2007).
House of Lords. (2006). R (SB) v. Governors of Denbigh High School [2006] UKHL 15.
İnaç, H., & Yazıcı, B. (2019). Kavramsal ve kuramsal boyutlarıyla insan hakları ve ifade özgürlüğüne sosyo-politik bir bakış. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, 70, 132-147.
Karabulut, M. F. (2020). Malvarlığına karşı suçlarda devletin pozitif yükümlülükleri. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 1(42), 231-246.
Karan, U. (2018a). İfade özgürlüğü. Anayasa Mahkemesine Bireysel Başvuru El Kitapları Serisi - 2. Avrupa Konseyi İnsan Hakları ve Hukukun Üstünlüğü Genel Müdürlüğü & MRK Baskı ve Tanıtım Hizm. Tic. Ltd. Şti.
Karan, U. (2018b). Anayasa Mahkemesi kararlarının İnsan Hakları Avrupa Mahkemesi kararlarına etkisi. Anayasa Yargısı, 35(1), 241-261.
Kaya, S. B. (2022). İnsan haklarında devletin pozitif yükümlülüğü: Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ve Anayasa Mahkemesi üzerine bir analiz. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 9(1), 51-72.
Kaya, S., Keskinsoy, Ö., & Kaymak, Ş. (2024). Anayasa mahkemesi kararlarına uymamanın doğuracağı anayasal sonuçlar. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26(2), 501-530.
Kızılyel, S. (2014). Yaşam hakkı: AİHM kararları ve idari yargı uygulaması. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 18(2), 253-290.
Korkut, L. (2017). Başlangıç kısımlarının hukuki etkisi, temel nitelikleri ve 1982 Anayasası: Karşılaştırmalı bir analiz. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 4(2), 43-82.
Kotzé, L. J. (2021). Neubauer et al. versus Germany: Planetary climate litigation for the Anthropocene? German Law Journal, 22(8), 1423-1444.
Kutkan, O. (2019). Anayasa mahkemelerinin norm alanını daraltması ve genişletmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Prof. Dr. Durmuş Tezcan'a Armağan, 21 (Özel Sayı), 2063-2096.

Lavrijssen, S., & Uijl, F. (2020). The Dutch Supreme Court's Urgenda judgment: A landmark decision in climate litigation. Journal of Energy & Natural Resources Law, 38(3), 209-229.
Lazarus, L. (2013). Positive obligations and criminal justice: Duties to protect or…? Allard School of Law.
Mayer, F. C. (2021). The German Federal Constitutional Court's climate decision: A breakthrough for future freedoms. German Law Journal, 22(5), 989-1010.
Metin, Y. (2010). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin yaşamın ve sağlığın korunması ile ilgili olarak taraf devletlere yüklediği pozitif yükümlülükler. Uluslararası İlişkiler, 7(27), 111-132.
Mitkidis, K., & Valkanou, T. N. (2020). Climate change litigation: Trends, policy implications and the way forward. Transnational Environmental Law, 9(1), 11-16.
Müftüoğlu, Z. (2024). Bütçe kanunu üzerinde etkin bir anayasaya uygunluk denetimi için öneriler. International Journal of Public Finance, 9(1), 195-222.
O'Cinneide, C. (2012). The Human Rights Act and the slow transformation of the UK's political constitution. Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Iuridica, 53, 239-266.
Özgen, S. (2022). İdarenin düzenleme yetkisi ve sınırı, Anayasa Mahkemesi tarafından belirlenen ölçütler ve Cumhurbaşkanlığı kararnameleri. Danıştay Dergisi, 152, 154.
Peel, J., & Osofsky, H. M. (2020). A rights turn in climate litigation? Urgenda and human rights approaches to climate obligations. Transnational Environmental Law, 9(1), 37-62.
Robins, S., & von Lieres, B. (2004). Remaking citizenship, unmaking marginalization: The Treatment Action Campaign in post-apartheid South Africa. Canadian Journal of African Studies / Revue Canadienne des Études Africaines, 38(3), 575-586.
San Martín Segura, D. (2023). Chapter fifteen: The latest episodes of the López Ostra doctrine in Spain. In Transforming spatial data into public policies for social justice and environmental sustainability.
Setzer, J., & Higham, C. (2021). Global trends in climate change litigation: 2021 snapshot. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.
Shapiro, M. (1981). Courts: A comparative and political analysis. University of Chicago Press.
Singh, A. (2025). López Ostra v. Spain (1994): Pioneering environmental protection through the prism of Article 8 ECHR. Lawful Legal. https://lawfullegal.in/lopez-ostra-v-spain-1994
Stoyanova, V. (2020). Fault, knowledge and risk within the framework of positive obligations under the European Convention on Human Rights. Leiden Journal of International Law, 33(3), 601-620.
Stoyanova, V. (2024). Positive obligations under the European Convention on Human Rights: Within and beyond boundaries. Oxford University Press.
Sunstein, C. R. (1999). One case at a time: Judicial minimalism on the Supreme Court. Harvard University Press.
Şenol, C. (2012). AİHS hükümleri ve AİHM kararlarının devletlerin egemenlikleri üzerindeki etkisi. Yalova Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 1(1), 259-287.
Şimşek, S. (2012). Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihatlarına göre mülkiyet hakkının korunması açısından devletlerin pozitif yükümlülükleri. Sayıştay Dergisi, 84, 1-24.
Şirin, T. (2011). İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesi'ne göre serbest seçim hakkı. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 17(1-2), 283-348.
Teziç, E. (2019). Anayasa hukuku (20. baskı veya en son baskı). Beta Yayınları.
Uz, A., & Metin, A. (2015). Normatif içeriği ve devletlerin bu alandaki yükümlülüğü bakımından yeterli yaşam standardı hakkı. Anayasa ve Özgürlükler Araştırma Merkezi (AYK).
Yıldırım, E. (2014). Sosyal hakların dava edilebilirliği/edilemezliği ve anayasa mahkemeleri: Türk bakış açısı (Genişletilmiş özet). Anayasa Yargısı, 30(1).
Yılmaz Coşkun, S. (2024). Anayasal hakların çatışmasında devletin pozitif yükümlülükleri: Anayasa Mahkemesi'nin değerlendirmesi. Anayasa Yargısı, 41(1), 673-702.
Yücel Dericiler, Ö. (2012). Sosyal haklara ilişkin devlet yükümlülükleri ve devletin değişen işlevi. HFSA Hukuk Felsefesi ve Sosyolojisi Arşivi, 23.
Yüzer Eltimur, D. (2018). AİHM ve Anayasa Mahkemesi içtihatları ışığında çevrenin korunmasında devletin pozitif yükümlülükleri. Terazi Hukuk Dergisi, 13(145), 93-114.

1982 ANAYASASINDA TEMEL HAK VE ÖZGÜRLÜKLERİN GÜVENCELERİNE İLİŞKİN NORMATİF VE UYGULAMA DÜZEYİNDEKİ YETERSİZLİKLER

Dr. Öğretim Üyesi Abdülazim İBRAHİM
Karabük Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Hukuk Bilimleri Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-7617-2429

ÖZET

Çalışma, Türkiye Cumhuriyeti'nin 1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlüklerin güvence altına alınmasına ilişkin normatif düzenlemeler ile bu düzenlemelerin uygulamadaki yetersizliklerini kapsamlı biçimde incelemektedir. 1982 Anayasası, temel hak ve özgürlükleri ayrıntılı biçimde düzenlemiş olsa da bu hakların etkin biçimde korunmasını sağlayacak kurumsal ve normatif mekanizmalar bakımından çeşitli eksiklikler barındırmaktadır. Çalışmanın ilk olarak, Anayasa'nın temel hak ve özgürlüklere yaklaşımı, sınırlama rejimi, ölçülülük ilkesi ve olağanüstü dönem düzenlemeleri çerçevesinde değerlendirilmektedir. İkincisi ise, normatif düzeydeki bu güvencelerin uygulamada nasıl işlediği, özellikle Anayasa Mahkemesi ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları ışığında analiz edilmektedir. Bu kapsamda, yargısal yorum farklılıkları, idarenin geniş takdir yetkisi ve hukuk güvenliği ilkesinin zayıflaması gibi sorun alanlarına dikkat çekilmektedir. Son olarak hem anayasal normların güçlendirilmesine hem de hakların korunmasında yargısal ve kurumsal etkinliğin artırılmasına yönelik çözüm önerileri sunulmaktadır. Çalışma, mevcut anayasal düzenin temel hak güvencelerini demokratik hukuk devleti ilkesiyle uyumlu hale getirme gereğini vurgulamakta ve normatif uygulama arasındaki boşluğu gidermeye yönelik sistematik bir değerlendirme ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Temel haklar, Anayasal güvenceler, Ölçülülük, Yargısal yorum, Hukuk güvenliği

NORMATIVE AND PRACTICAL DEFICIENCIES IN THE SAFEGUARDS OF FUNDAMENTAL RIGHTS AND FREEDOMS UNDER THE 1982 CONSTITUTION OF TURKEY

ABSTRACT

This study offers a comprehensive examination of the normative framework governing the protection of fundamental rights and freedoms in the 1982 Constitution of the Republic of Turkey, as well as the shortcomings observed in its practical implementation. Although the 1982 Constitution provides detailed regulation of fundamental rights and freedoms, it contains various deficiencies with respect to the institutional and normative mechanisms required to ensure their effective protection. The first part of the study evaluates the Constitution's approach to fundamental rights and freedoms within the context of the limitation regime, the principle of proportionality, and emergency rule provisions. The second part analyzes how these

constitutional safeguards operate in practice, particularly in light of the case law of the Constitutional Court and the European Court of Human Rights. Within this framework, attention is drawn to several problematic areas, including divergences in judicial interpretation, the administration's broad discretionary powers, and the weakening of the principle of legal certainty. The final section presents recommendations aimed at strengthening constitutional norms and enhancing judicial and institutional effectiveness in the protection of rights. The study emphasizes the necessity of aligning the current constitutional framework with the principles of a democratic state governed by the rule of law and provides a systematic assessment designed to bridge the gap between normative standards and their implementation.

Keyword: Fundamental rights, Constitutional safeguards, Proportionality, Judicial interpretation, Legal certainty.

Giriş

Anayasa hukukunun temel amacı, bireyin temel hak ve özgürlüklerini güvence altına almak, devlet iktidarını hukuk kurallarıyla sınırlamak ve kamu gücünün keyfî kullanımını engelleyen bir denetim mekanizması oluşturmaktır. Bu bağlamda anayasa, yalnızca devletin örgütlenmesini belirleyen bir metin değil, aynı zamanda bireyin dokunulmaz haklarını tanıyan ve koruma altına alan bir "*temel haklar belgesi*" niteliği taşır. Ancak Türkiye Cumhuriyeti'nin 7 Kasım 1982 tarihinde yürürlüğe giren Anayasası, bu ideali gerçekleştirme noktasında hem normatif hem de uygulama düzeyinde çeşitli tartışmalara konu olmuştur.

1982 Anayasası, 1961 Anayasası'na kıyasla devletin güvenliğini bireysel özgürlüklerin önünde konumlandıran, hakların kullanımına geniş sınırlama sebepleri tanıyan ve yürütme organını güçlendiren bir anlayış üzerine inşa edilmiştir. Bu durum, anayasal düzeyde güvence altına alınan hakların, uygulamada etkisizleşmesi riskini beraberinde getirmiştir. Nitekim Anayasa'nın başlangıç hükümleri, 13. ve 15. maddeleri gibi temel sınırlama rejimini belirleyen hükümler, geniş takdir yetkisi tanıyarak hakların özüne dokunulmasına zemin hazırlayabilmektedir (Dündar Sezer, 2014, s. 381-386).

Çalışma, 1982 Anayasası'nın temel hak ve özgürlüklerin korunmasına yönelik normatif düzenlemelerini ve bunların uygulamadaki yansımalarını eleştirel bir bakış açısıyla incelemektedir. Çalışmada, öncelikle Anayasa'nın hak ve özgürlük anlayışı, sınırlama ölçütleri ve güvence mekanizmaları analiz edilecek; ardından yargı kararları ve uygulama örnekleri üzerinden ortaya çıkan pratik yetersizlikler değerlendirilecektir. Son olarak, mevcut anayasal düzenin bireysel özgürlükler lehine güçlendirilmesine yönelik öneriler geliştirilecektir. Bu yönüyle çalışma, Türkiye'de anayasal hak koruma rejiminin normatif çerçevesi ile uygulama

gerçekliği arasındaki yapısal farkı ortaya koymayı ve bu farkın giderilmesi için kuramsal ve pratik düzlemde çözüm arayışları sunmayı amaçlamaktadır.

1. Normatif Çerçeve: Güvenceler ve Sınırlamalar.

1982 Anayasası'nın temel hak ve özgürlüklere ilişkin yaklaşımı, devletin güvenliğini ve kamu düzenini önceleyen normatif bir çerçeveye dayanmaktadır. Hak ve özgürlüklerin kapsamlı biçimde düzenlenmiş olmasına rağmen, bu hakların korunmasına yönelik normatif güvenceler ile yürütme organına tanınan yetkiler arasındaki dengesizlik, hakların fiilî korunması açısından önemli sorunlara yol açmaktadır. Özellikle 2017 anayasa değişiklikleri sonrasında yürütmenin güçlendirilmesi ve olağanüstü hâl rejiminin cumhurbaşkanlığı sistemine uyarlanması, temel hak güvencelerinin normatif altyapısının yeniden değerlendirilmesini gerekli hâle getirmiştir. Çünkü 13. ve 15. maddelerde yer alan "*demokratik toplum düzeni", "millî güvenlik", "genel ahlak"* ya da *"durumun kesinlikle gerektirdiği ölçü"* gibi son derece esnek ve belirsiz kavramlar, yasama ve yürütme organlarına geniş bir takdir yetkisi tanımakta; dolayısıyla hakların özüne dokunulmasına hukuken olanak sağlamaktadır (Dündar Sezer, 2014, s. 381-386).

Bu bölümde, Anayasa'nın hak ve özgürlüklere ilişkin normatif çerçevesi; hak anlayışı, sınırlama rejimi, ölçülülük ilkesi ve olağanüstü hâl düzenlemeleri ekseninde incelenmektedir. Amaç, 1982 Anayasası'nın hakları koruma kapasitesini belirleyen normatif yapının, demokratik hukuk devleti standartlarıyla ne ölçüde uyumlu olduğunu ortaya koymaktır.

1982 Anayasası, temel hak ve özgürlükleri genişleten bir bakış açısıyla değil, esas olarak sınırlama rejimi üzerinden tanımlayan bir yaklaşım benimsemektedir. Aynı doğrultuda, anayasal haklar, birey merkezli bir özgürlük anlayışından ziyade devlet merkezli ve güvenlik eksenli bir paradigma içinde ele alınmaktadır. Bu iki özellik bir araya geldiğinde, hakların özünün korunmasında ciddi bir normatif kırılganlık ortaya çıkmaktadır.

Söz konusu normatif kırılganlığın uluslararası düzeyde de tespit edildiği görülmektedir. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, *Ahmet Yıldırım v. Turkey* (2012), *Cengiz vd., v. Turkey* (2015) ve *Demirtaş v. Turkey (No. 2)* (2020) kararlarında Türkiye'de hak sınırlamalarının sıklıkla "*kanunilik*" ve "*öngörülebilirlik*" kriterlerini karşılamadığını belirtmiştir. Bu tespitler, normatif düzeydeki belirsizliklerin uygulamada keyfîliğe yol açtığını doğrulamaktadır.

2017 Anayasa değişikliğiyle birlikte yürütme organının olağanüstü hâl dönemlerinde sahip olduğu yetkiler önemli ölçüde genişlemiş ve bu durum ciddi eleştirilere yol açmıştır. Nitekim Venedik Komisyonu (2017) yeni sistemde yürütmenin yetkilerinin denge ve denetleme mekanizmalarını zayıflatacak kadar genişlediğini vurgulamıştır.

Bu bağlamda, normatif çerçevenin hak güvenceleri bakımından zayıflığı üç düzeyde ortaya çıkmaktadır:

1. Hakların tanımlanma biçimi,
2. Sınırlama ölçütlerinin geniş ve belirsiz olması,
3. Olağanüstü hâl düzenlemelerinin yürütme organı lehine yetki yoğunlaşmasına yol açması.

Aşağıdaki alt başlıklarda bu üç boyut ayrıntılı olarak analiz edilerek, normatif düzeydeki eksikliklerin uygulamada hakların korunmasına nasıl yansıdığı sistematik biçimde ortaya konacaktır.

1.1 Temel Hak ve Özgürlüklerin Niteliği

1982 Anayasası'nın temel hak ve özgürlük anlayışı, hakları yalnızca bireyin devlete karşı sahip olduğu dokunulmaz alanlar olarak değil, aynı zamanda devletin düzenleme ve sınırlama yetkisine tabi alanlar olarak konumlandıran ikili bir yapıya sahiptir. Bu yaklaşım, anayasanın hazırlanış sürecinin politik bağlamıyla da yakından ilişkilidir. 1982 Anayasası, 1961 Anayasası'na kıyasla özgürlükçü bir perspektiften uzaklaşmış, devlet güvenliğine öncelik veren bir hak anlayışı geliştirmiştir. Bu nedenle temel hakların niteliğini belirleyen maddelerde, hakların özünü koruyan bir sistemden ziyade, hakların sınırlanmasını mümkün kılan geniş normatif formülasyonlar dikkat çekmektedir.(Hekimoğlu Mehmet Merdan,2002,s.56)

1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlükler tanınmakla birlikte, bunları sınırlamayı kolaylaştıran bir mantık örgüsü üzerine kurulmuştur. Bu yapı, hem genel sınırlama rejiminin hem de her hak için öngörülen özel sınırlama sebeplerinin oldukça geniş ve esnek biçimde tanımlanmasıyla kendini göstermektedir. Sonuç olarak bireyin özgürlük alanı anayasal metin tarafından görünüşte tanınsa da uygulama aşamasında kolayca daraltılabilecek kırılgan bir nitelik taşımaktadır (Dündar Sezer, 2014, s. 381-386).

Temel haklar, insan onuruna dayalı olarak bireyin devlete karşı ileri sürebileceği talepler bütünüdür ve demokratik bir anayasal düzenin vazgeçilmez unsurudur. Bu nedenle devletin haklara müdahale yetkisi de açık ve katı sınırlarla çizilmiş olmalıdır. Ne var ki 1982 Anayasası'nda hakların bu çift yönlü yapısı (tanınma + sınırlanabilirlik), çoğunlukla devlet lehine bir ağırlık oluşturmakta ve bireyin korunmasını zayıflatmaktadır (Işiksel, 2013, s. 705; Özbudun, 2011, s. 49).

Alexy'nin (2002, s. 105-109) hakları "*kurallar*" ve "*ilkeler*" olarak ikiye ayıran teorisi, bu tartışmaya önemli bir kuramsal katkı sunar. Alexy'ye göre temel hakların büyük kısmı "*ilke*" niteliğindedir; bu da her sınırlama durumunda haklar ile karşıt kamu yararı arasında açık, gerekçeli ve orantılı bir dengeleme yapılmasını zorunlu kılar. Bu çerçeveden bakıldığında, 1982

Anayasası'nın hakların niteliğini düzenleyiş biçimi yetersiz kalmaktadır; çünkü hakların ilkesel karakterinin gerektirdiği güçlü kurumsal güvenceler ve katı dengeleme yükümlülükleri anayasal düzeyde yeterince tesis edilmemiştir.

Hakların niteliğine ilişkin belirsizlikler, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin Türkiye'ye yönelik kararlarında da görünmektedir. Mahkeme, Leyla Şahin v. Turkey (2005) kararında Türkiye'nin takdir payını geniş yorumladığını; buna karşın Demirtaş v. Turkey (No. 2) (2020) ve Kavala v. Turkey (2019) gibi daha güncel kararlarında hakların özüne müdahale niteliğindeki uygulamaların demokratik toplum düzeniyle bağdaşmadığını belirtmiştir. Bu kararlar, hakların niteliğinin ulusal düzeyde tanımlanma biçiminin, uygulamada devlet lehine aşırı genişletilebildiğini göstermektedir.

Ayrıca Turhan (2019, s. 411), tüzel kişilerin temel haklardan yararlanma koşullarını incelerken, 1982 Anayasası'nın hak öznesini büyük ölçüde gerçek kişi merkezli bir anlayışla sınırladığını, oysa günümüz anayasa hukukunun kolektif hak öznesini de tanımanın kaçınılmaz hâle geldiğini vurgular. Bu yaklaşım, hakların niteliğine ilişkin sorunun yalnızca içerik ve sınırlama rejimiyle değil, aynı zamanda haklardan kimlerin yararlanabileceği, yani özne boyutuyla da tartışmalı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, 1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlüklerin niteliği, hakları tanımakla birlikte devlet lehine geniş bir müdahale alanı bırakması nedeniyle karmaşık ve zaman zaman çelişkili bir yapı sergilemektedir. Hakların özünü güvence altına alan, öngörülebilir sınırlama ölçütleri ve bireyi merkeze alan bir anlayışın eksikliği, normatif düzeydeki en temel sorunlardan birini oluşturmaktadır. Bu nedenle hakların niteliği, yalnızca metinsel düzenlemelerle değil, aynı zamanda onları güvence altına alacak güçlü bir yargısal ve kurumsal yapı ile tamamlanması gereken bir alan olarak değerlendirilmektedir.

1.2 Sınırlama rejimi

1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlüklerin sınırlanması, anayasal normların güvenlikçi ve devlet merkezli yaklaşımının en belirgin biçimde ortaya çıktığı alanlardan biridir. Hakların geniş biçimde tanımlanmasına rağmen, bu haklara getirilebilecek sınırlamaların hem anayasanın çeşitli maddelerinde hem de özel kanunlarda oldukça geniş tutulmuş olması, sınırlama rejiminin "*öngörülebilirlik*" ve "*ölçülülük*" ilkeleri bakımından tartışmalı bir görünüm kazanmasına yol açmaktadır (Arslan, 2002, s. 139-154). 2017 anayasa değişiklikleri sonrasında yürütme organının güçlenmesi ve olağanüstü hâl yetkilerinin kapsamının genişlemesi, sınırlama rejimindeki bu yapısal sorunları daha görünür hâle getirmiştir (Fendoğlu, 2024, s. 23).

Anayasa'nın 13. maddesi, temel hak ve özgürlüklerin sınırlanmasına ilişkin genel çerçeveyi çizmektedir. Bu maddeye göre sınırlamalar:

1. Kanunla,
2. Anayasanın sözüne ve ruhuna uygun olarak,

Demokratik toplum düzeninin gereklerine ve ölçülülük ilkesine aykırı olmamak koşuluyla yapılabilir. Ancak bu hükmün, "*anayasanın ruhu*", "*demokratik toplum düzeni*" ve "*genel gerekler*" gibi yorumlamaya açık kavramlar içermesi, sınırlamaların keyfî uygulamalara açık olabileceği yönünde yoğun eleştiriler doğurmuştur. Akademisyenler tarafından 13. maddenin bu yönü eleştirilerek, maddenin hakların özünü korumaya yönelik yeterince açık sınırlar öngörmediğini belirtmişlerdir (Yokuş, 2020, s. 5; Arslan, 2024, Dündar Sezer, 2014, s. 384).

Özel sınırlama sebeplerinin genişliğine dikkat çeken görüşlere göre, pek çok maddede hakların "*kamu düzeni", "genel ahlak", "millî güvenlik"* gibi son derece muğlak ve geniş yorumlanabilir kavramlarla sınırlandırılması, uygulamada hukuki öngörülebilirliği ve bireysel güvenceyi önemli ölçüde zayıflatmaktadır. Bu yapı, sınırlama rejiminin normatif olarak aşırı esnek ve geniş bir karakter taşıdığını açıkça ortaya koymaktadır (Özdemir, 2014, s. 438).

Sınırlama rejiminin en kritik sorunlarından biri, sınırlama sebeplerinin genişliği kadar bu sebeplerin yargısal denetim altında tutulma etkinliğidir. Gerçek güvence, sınırlama sebeplerinin "*demokratik toplum düzeninin gerekleri"* ile uyumlu olup olmadığının bağımsız ve derinlikli bir yargısal incelemeye tabi tutulmasıyla sağlanabilir. Ancak Türkiye'de yargısal denetim, özellikle millî güvenlik gerekçesiyle yapılan müdahalelerde yeterince etkili ve derinlemesine işletilemediğinde, sınırlama rejimi birey aleyhine kolayca genişlemekte ve hakların özü zedelenmektedir (Arslan, 2002, 139-154).

AİHM içtihatları da sınırlama rejimindeki normatif genişliği pek çok davada tespit etmiştir. Ahmet Yıldırım v. Turkey (2012) kararında, internet erişimini engelleyen müdahalenin "*kanunilik*" şartını karşılamadığı; Cengiz ve diğerleri v. Turkey (2015) kararında ise YouTube'a erişimin engellenmesine ilişkin müdahalenin "*öngörülebilirlik*" ve "*gereklilik*" ilkeleriyle bağdaşmadığı belirtilmiştir. Daha yakın tarihli Demirtaş v. Turkey (No. 2) (2020) ve Kavala v. Turkey (2019) kararlarında ise sınırlama rejiminin "*hakların özünü zedeleyecek*" biçimde geniş yorumlanmasının demokratik toplum düzeni ile uyumlu olmadığı ifade edilmiştir.

Özel sınırlama sebeplerinin genişliği ile genel sınırlama rejiminin belirsizliği arasındaki etkileşim, temel hak ve özgürlüklerin niteliğini önemli ölçüde daraltmaktadır. Bu bağlamda sınırlama rejimi yalnızca bir normatif çerçeve olmanın ötesinde, uygulamayı yönlendiren güçlü bir mekanizma işlevi görmektedir; dolayısıyla normatif düzeydeki belirsizlik ve esneklik,

pratikte yürütme ve idareye tanınan geniş takdir yetkisi şeklinde kendini göstermektedir (Dündar Sezer, 2014, s. 381-386).

Karşılaştırmalı hukuk açısından Alman Temel Yasası'ndaki sınırlama rejimi, hakları merkeze alan sıkı bir dengeleme anlayışına dayanmakta olup sınırlamalar yalnızca açıkça tanımlanmış ve meşru amaçlarla getirilebilmektedir. Bu yapı, 1982 Anayasası'nda görülen geniş ve belirsiz sınırlama rejiminin neden uluslararası standartlar açısından eleştiriye açık olduğunu karşılaştırmalı bir perspektiften açıkça ortaya koymaktadır (Fendoğlu, 2017, s. 50; Keskinsoy ve Kaya, 2021, s. 91; Alexy, 2022, s. 105-109).

Sonuç olarak, sınırlama rejimi 1982 Anayasası'nın hak koruma mimarisinin temel kırılgan alanıdır. "*Kanunilik*", "*demokratik toplum düzeni*" ve "*ölçülülük*" ilkeleri metinde yer almakla birlikte, bunların uygulanması için gerekli olan kurumsal ve yargısal güvencelerin zayıflığı, sınırlamaların devlet lehine genişletilebilmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle sınırlama rejiminin niteliği hem normatif hem de uygulamaya ilişkin yansımaları itibarıyla hakların etkin korunması açısından yapısal bir zafiyet oluşturmaktadır.

1.3 Olağanüstü hâllerde hakların askıya alınması.

1982 Anayasası'nın olağanüstü hâl (OHAL) rejimi, temel hak ve özgürlüklerin güvenceleri bakımından en kritik ve en tartışmalı alanlardan biridir. 2017 anayasa değişikliği ile birlikte Cumhurbaşkanlığı Hükûmet Sistemi'ne geçilmesi, OHAL ilanı ve OHAL dönemlerinde çıkarılan düzenleyici işlemler üzerinde yürütmenin yetkisini daha da genişletmiş, bu durum hakların askıya alınması bakımından normatif sınırların zayıfladığı bir tablo yaratmıştır. Anayasa'nın 15. maddesi, olağanüstü hâllerde temel hakların nasıl sınırlandırılabileceğini düzenlemektedir; ancak bu madde, hem kapsamı hem de belirsiz ifadeleri nedeniyle ulusal ve uluslararası hukuk literatüründe yoğun biçimde eleştirilmektedir (Gözler, 2016, s. 57-59; Işiksel, 2013, s. 710).

Anayasa'nın 15. maddesi, savaş, seferberlik, olağanüstü hal veya sıkıyönetim hallerinde temel hak ve özgürlüklerin "*durumun gerektirdiği ölçüde*" kısmen ya da tamamen durdurulabilmesine veya sınırlanabilmesine imkân tanımakta; bu düzenleme yürütmeye oldukça geniş bir takdir alanı bırakmaktadır. "*Durumun gerektirdiği ölçü*" ifadesinin son derece soyut ve esnek yapısı, yürütmenin müdahale yetkisini önemli ölçüde genişletirken hak güvencelerini ciddi biçimde zayıflatmaktadır (Gözler, 2016, s. 45-48; Işiksel, 2013, s. 709-711).

Anayasa'nın 15. maddesinde yer alan "*uluslararası hukuktan doğan yükümlülükler saklı kalmak kaydıyla*" ibaresi, Türkiye'nin Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin (AİHS) 15. maddesindeki derogasyon rejimine uyma zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Ancak uygulamada, Türkiye'nin OHAL dönemlerinde yaptığı derogasyonların AİHM tarafından çoğu

zaman "*strict necessity*" (mutlak gereklilik) testini karşılamadığı tespit edilmiştir. Örneğin Mehmet Hasan Altan v. Turkey (2018) kararında AİHM, OHAL sırasında gerçekleştirilmiş bir tutuklamanın dahi "*zorlayıcı toplumsal ihtiyaç*" tarafından haklı kılınmadığını ve somut dayanaklardan yoksun olduğunu belirtmiştir.

Benzer şekilde Alparslan Altan v. Turkey (2019) kararında AİHM, tutuklama tedbirinin OHAL koşullarında dahi haklı gösterilemeyecek ölçüde belirsiz gerekçelere dayandığını vurgulamıştır. Bu kararlar, Türkiye'de OHAL dönemlerinde yürütmenin takdir yetkisinin genişlemesi ile temel hakların askıya alınması arasındaki ilişkiyi ortaya koymakta ve Anayasa'nın 15. maddesinin uygulanışında hukuki öngörülebilirlik açısından ciddi sorunlar bulunduğunu göstermektedir.

Venedik Komisyonu, 2017 anayasa değişikliklerine ilişkin raporunda, olağanüstü hâl düzenlemelerinin yürütme organına tanıdığı yetkilerin denge ve denetim mekanizmalarını fiilen işlevsiz hâle getirecek kadar genişlediğini ifade etmiştir. Özellikle OHAL KHK'larının içerik ve kapsam bakımından neredeyse sınırsız oluşu, istisnaî yetkilerin kalıcılaşması riskini doğurmuştur. Öte yandan Anayasa Mahkemesi'nin 2016/166 sayılı kararında OHAL KHK'larını denetim dışı bırakması, olağanüstü dönemlerde hakların askıya alınmasına karşı yargısal korumanın tamamen ortadan kalktığını göstermektedir (Venice Commission, 2017).

İstisna hâllerine ilişkin kuramsal çalışmalar, olağanüstü hâl rejimlerinin demokratik sistemlerde yürütme organını sistematik olarak güçlendirme eğilimi gösterdiğini ve bu nedenle istisnaî düzenlemelerin normatif netlik ile etkili yargısal denetim mekanizmalarıyla sıkı biçimde sınırlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de ise bu teorik çerçevenin tam tersine, olağanüstü hâl döneminde çıkarılan düzenlemelerin olağan döneme aktarılması ve kalıcı hukukî sonuçlar doğurması, hak koruma rejiminin istisna dönemlerinde ciddi biçimde zayıfladığını ve istisnaînin kural hâline dönüşme riskini taşıdığını göstermektedir (Işiksel, 2013, s. 709-711; Venice Commission, 2017, s. 13-14; Gözler, 2016, s. 57-59).

AİHS'in 15. maddesi ise olağanüstü hâl rejiminde bile bazı hakların mutlak biçimde korunması gerektiğini açıkça belirtir. Bunlar arasında yaşam hakkı, işkence yasağı, kölelik yasağı, suç ve cezaların geriye yürümemesi gibi çekirdek haklar bulunmaktadır. Türkiye'nin OHAL dönemlerinde yaptığı uygulamaların bir kısmı, bu mutlak hakların sınırına yaklaşmış ve Avrupa Konseyi'nin yıllık denetim raporlarında eleştirilmiştir (Council of Europe, 2024; 2025).

Sonuç itibarıyla olağanüstü hâllerde hakların askıya alınmasına ilişkin 1982 Anayasası'nın normatif çerçevesi, haklar lehine güçlü bir koruma sunmaktan uzaktır. Maddede yer alan belirsiz sınırlama kriterleri, yürütmeye tanınan geniş takdir yetkisi ve OHAL dönemlerinde yargısal denetimin zayıflığı, hakların askıya alınması pratiğinin hukuk devleti ilkesine

uygunluğunu tartışmalı hâle getirmektedir. Bu nedenle Anayasa'nın 15. maddesi, Türkiye'de normatif güvenceler ile uygulama arasındaki en belirgin kopukluklardan birini oluşturmaktadır.

2. Uygulama Düzeyindeki Yetersizlikler

1982 Anayasası'nın temel hak ve özgürlüklere ilişkin normatif çerçevesi, metinsel olarak geniş güvenceler öngörmekle birlikte, bu güvencelerin uygulamada ne ölçüde etkili olduğu ciddi bir tartışma konusudur. Bir önceki bölümde ortaya konulduğu üzere, hakların niteliği, sınırlama rejiminin kapsamı ve olağanüstü hâl düzenlemelerinin yürütme lehine geniş yetkiler tanıması, anayasal düzeyde önemli belirsizlikler yaratmaktadır. Bu belirsizliklerin en belirgin sonuçları ise hakların korunmasına yönelik uygulama mekanizmalarında görülmektedir.

Türkiye'de uygulama düzeyindeki sorunlar yalnızca normatif eksikliklerden kaynaklanmamakta; aynı zamanda yargı organlarının yorum farklılıkları, idarenin geniş takdir yetkisi ve uluslararası insan hakları standartlarıyla yeterli uyum sağlanamaması gibi kurumsal ve pratik etkenlerden de beslenmektedir. AYM'nin bireysel başvuru sistemiyle ilgili istatistikleri, hak ihlallerinin sürekliliğine ve sistematik nitelik taşıyan problemlere işaret etmektedir (Anayasa Mahkemesi, 2024). Benzer şekilde, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin Türkiye hakkında verdiği kararlar, hak güvenceleri ile uygulama arasındaki kopukluğun uluslararası düzeyde de tespit edildiğini göstermektedir.

Türk anayasal sisteminde uygulama sorunlarının temelinde, hakların metinsel düzeyde geniş tanımlanmasına karşılık pratikte oldukça dar bir koruma anlayışının hâkim olması yatmaktadır. Yargısal denetim mekanizmalarının zaman zaman idarenin sunduğu gerekçeleri yeterince derinlemesine sorgulamaması, özellikle ifade özgürlüğü, kişi hürriyeti ve güvenliği ile adil yargılanma hakkı gibi alanlarda yaygın ve sistematik ihlal pratiğine yol açmaktadır (Fendoğlu, 2013, s. 38-40).

Uygulama düzeyindeki yetersizliklerin yapısal olması, tekil vakalardan ziyade, hak koruma rejiminin bütününe ilişkin daha derin bir kurumsal soruna işaret etmektedir. Nitekim Avrupa Konseyi'nin 2024 ve 2025 yıllarına ilişkin karar infaz raporları, Türkiye'nin AİHM kararlarını yerine getirme performansının düşük olduğunu ve birçok dosyanın "*ağırlaştırılmış denetim*" altında bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, iç hukuk yollarının etkinliği ve uluslararası standartlara uyum bakımından belirgin bir zayıflık göstermektedir (Council of Europe, 2025, s. 7; Fendoğlu, 2024a, s. 3).

2.1 Hakların kapsamı ve özneleri bakımından belirsizlikler

1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlüklerin kapsamına ve bu hakların kimler tarafından kullanılabileceğine ilişkin düzenlemeler, normatif olarak geniş bir çerçeve sunmakla birlikte, uygulamada ciddi belirsizliklere yol açmaktadır. Bu belirsizliklerin temel nedeni, hakların

özneleri ile hakların kapsamının anayasal düzeyde açık biçimde ayrıştırılmaması ve bazı hak kategorilerinin hem metinsel hem de yorum düzeyinde netleştirilememesidir. Ayrıca 2017 anayasa değişiklikleri sonrası yürütmenin güçlendirilmiş yetkileri, hakların kapsamının pratikte daha dar yorumlanmasına neden olmuştur (Özbudun, 2011, s. 49; Işiksel, 2013, s. 707; Fendoğlu, 2024, s. 23).

a) Hak Öznelerinin Belirsizliği: Gerçek Kişiler – Tüzel Kişiler Ayrımı

1982 Anayasası, temel hakların "*herkes*" tarafından kullanılabileceğini birçok maddede belirtmesine rağmen, bazı hakların yalnızca "*vatandaşlara*" tanındığı görülmektedir. Bu ayrım, uygulamada özellikle yabancıların hakları ve tüzel kişilerin hak sahipliği bakımından önemli sorunlar doğurmaktadır.1982 Anayasası temel hakları büyük ölçüde gerçek kişi merkezli bir anlayışla düzenle düzenlemiş olup, tüzel kişilerin hak öznesi olabileceği modern anayasa hukuku yaklaşımını yeterince içselleştirmemiştir. Özellikle ifade özgürlüğü, örgütlenme özgürlüğü ve mülkiyet hakkı gibi alanlarda tüzel kişilerin hak süjesi sayılıp sayılmayacağı konusunda Anayasa Mahkemesi içtihatları dönemsel farklılıklar ve tutarsızlıklar sergilemektedir (Turhan, 2019, s. 411).

AİHM de Türkiye'ye ilişkin birçok kararında tüzel kişilerin hak sahipliğini açıkça tanımıştır. Cengiz ve diğerleri v. Turkey (2015) kararında YouTube kullanıcılarının ve bazı akademisyenlerin başvurusu incelenirken, platformların ve içerik sağlayıcıların ifade özgürlüğü bağlamında tüzel kişi statüsünün önemine işaret edilmiştir.

b) "Herkes" – "Vatandaşlar" Ayrımının Belirsiz Yorumlanması

Anayasa'nın bazı maddelerinde hak özneleri "*herkes*" olarak tanımlanırken (ör. m. 17: kişi dokunulmazlığı), bazı haklar yalnızca "*Türk vatandaşları*"na tanınmaktadır (ör. m. 23: yerleşme ve seyahat özgürlüğü; m. 67: seçme, seçilme ve siyasi faaliyette bulunma hakları). Bu ayrımın metinsel olarak açık görünmesine rağmen uygulamada çeşitli yorum sorunları ortaya çıkmaktadır.

Türk anayasal sisteminde yabancıların temel haklara erişimi, hem idari uygulamalar hem de yargısal içtihatlar açısından belirgin bir tutarsızlık sergilemektedir. Anayasa'da yer alan "*herkes*" ibaresi çoğu zaman dar bir şekilde yorumlanmakta; çalışma izni, mülkiyet edinme, ikamet hakkı ve kamu hizmetlerinden yararlanma gibi konularda yabancılara yönelik geniş idari takdir alanları oluşmaktadır (Kaboğlu, 2023, s. 310-340).

c) Hak Kategorilerinin Belirsizliği ve Anayasal Sınıflandırmadaki Eksiklikler

1982 Anayasası, temel hak ve özgürlükleri "*kişisel haklar", "sosyal ve ekonomik haklar"* ve *"siyasi haklar*" biçiminde sınıflandırsa da bu sınıflandırma hakların kapsamının belirlenmesi bakımından yeterince işlevsel değildir.

1982 Anayasası'nda temel hak kategorilerinin (mutlak haklar, sınırlanabilir haklar, özü dokunulmaz haklar vb.) açık ve sistematik bir biçimde tanımlanmamış olması, hakların özünün ve sınırlarının belirlenmesinde ciddi bir normatif boşluk yaratmaktadır. Özellikle "*hakların özü*" kavramına anayasal düzeyde hiçbir tanım getirilmemiş olması, Anayasa Mahkemesi'nin farklı dönemlerde oldukça değişken ve bazen çelişkili yorumlar geliştirmesine neden olmaktadır (Özbudun, 2011, s. 60-63).

Hak kategorilerinin anayasal düzeyde yeterince netleştirilmemiş olması, Anayasa Mahkemesi'nin bireysel başvuru incelemelerinde "*yerindelik denetimi yapamayacağı*" ilkesini gerekçe göstererek denetim kapsamını gereğinden fazla daraltmasına yol açabilmektedir. Bu durum, bazı hakların fiilen dar yorumlanmasına, bazı hakların ise kategorik olarak daha güçlü korunması gerekirken yargısal korumadan yoksun kalmasına neden olmaktadır.

d) *Uygulamada Özne ve Kapsam Sorunlarının AİHM Kararlarına Yansıması*

AİHM'in Türkiye'ye ilişkin kararlarında, hak özneleri bakımından ortaya çıkan belirsizliklerin uygulamada ciddi sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Örneğin: Demirtaş v. Turkey (No. 2) (2020) davasında Mahkeme, bir milletvekilinin siyasi faaliyette bulunma hakkının özüne yönelik müdahaleyi demokratik toplumla bağdaşmaz bulmuştur. Kavala v. Turkey (2019) kararında, bir sivil toplum aktörünün siyasi suçlamalarla tutuklanması, medeni ve siyasi hakların özneleri bakımından keyfî sınırlamanın göstergesi sayılmıştır. Bu kararlar, Türkiye'de hakların özneleri ve kapsamı bakımından yapılan dar ve değişken yorumların uluslararası standartlarla çeliştiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, hakların kapsamı ve özneleri bakımından yaşanan belirsizlikler hem normatif hem de uygulama düzeyinde önemli bir sorundur. Bu belirsizlik, hakların güvence altına alınmasını güçleştirmekte, yargısal yorumlarda tutarsızlığa yol açmakta ve uluslararası insan hakları hukuku ile uyumu zayıflatmaktadır. Dolayısıyla hak süjelerinin kim olduğuna, hakların kapsamının nasıl belirleneceğine ilişkin daha açık ve sistematik anayasal düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır.

2.2. Sınırlama Rejiminin Genişliği ve Yargısal Denetim Eksiklikleri

1982 Anayasası'nın temel hak rejiminin en kritik unsurlarından biri olan 13. madde, hak ve özgürlüklerin sınırlandırılma rejimini düzenlemektedir. Ne var ki bu düzenleme, özgürlüklerin

korunmasından çok, onların sınırlandırılmasına geniş bir alan açan bir yapıdadır (Yokuş, 2020, s. 4). 2001 değişikliğiyle maddeye "*özgürlüklerin özüne dokunulamaz*" ilkesi, "*ölçülülük*" kriteri ve "*demokratik toplum düzeninin gerekleri"* ölçütü eklenerek biçimsel olarak Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS) ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihatlarıyla uyumlaştırılmak istenmiştir. Ancak bu normatif güncelleme, özünde yapısal bir dönüşüm yaratamamıştır (Arslan, 2002, s. 139-154). Maddenin temel mantığı hâlâ hakların özünü değil, kamu yararı, genel ahlak, kamu düzeni ve millî güvenlik gibi son derece geniş ve soyut kavramlarla sınırlamayı öncelikli ve meşru kılmaktadır (Özbudun, 2011, s. 60-63). Hakların korunması açısından normatif güvenceler ile yargısal uygulama arasındaki bu uyumsuzluk, Türkiye'de temel hakların fiilî güvenliğini zayıflatan en önemli etkenlerden biridir.

a) Geniş ve Belirsiz Sınırlama Sebepleri

1982 Anayasası'nın 13. maddesi, temel hak ve özgürlüklerin sadece kanunla sınırlanabileceğini hükme bağlamaktadır. Ancak burada "*kanun*" kavramı, salt biçimsel bir norm hiyerarşisi anlayışına dayanmakta; demokratik meşruiyet, içerik denetimi ya da hakların özüne saygı gibi maddi sınırlama ilkeleriyle desteklenmemektedir (Yokuş, 2020, s. 5; Arslan, 2024). Bu durum, yasama organının -ve dolaylı olarak yürütmenin- neredeyse sınırsız bir takdir yetkisiyle özgürlük alanını daraltabilmesine imkân tanımaktadır (Yavuz, 2009, s. 135).

Öte yandan, madde metninde yer alan "*demokratik toplum düzeninin gerekleri*" ölçütü, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihatlarında ayrıntılı bir test zincirine (elverişlilik, gereklilik, orantılılık ve ölçülülük) bağlanmışken, Türk anayasal sisteminde soyut ve son derece yoruma açık bir formül olarak kalmıştır (Dündar Sezer, 2014, s. 384). Bu belirsizlik, "*kamu yararı*", "*millî güvenlik*" veya "*genel ahlak*" gibi geniş ve esnek kategorilerin hakların özüne kadar uzanan müdahaleler için kolayca kullanılabilmesine yol açmaktadır.

Sonuç olarak, sınırlamanın biçimsel olarak "*kanunla*" yapılmış olması, içeriksel hak güvencesi sağlamamakta; aksine normatif düzeyde özgürlüklerin sistematik daraltılmasını mümkün kılan bir araç işlevi görmektedir (Özbudun, 2011, s. 64-66). Böylece hakların kapsamı normatif düzeyde değil, idarenin ve uygulayıcı organların yorumu ile şekillenmektedir.

b) AYM İçtihadında Denetimin Yoğunluğu Sorunu

Anayasa Mahkemesi'nin (AYM) bireysel başvuru mekanizması yoluyla temel hakları koruma işlevi, sınırlama rejiminin uygulamada nasıl işlediğine ışık tutmaktadır. Ancak AYM'nin haklara müdahale içeren kamu gücü işlemlerini denetlerken zaman zaman "*yerindelik denetimi yapamayacağı"* gerekçesiyle değerlendirmeyi oldukça dar bir çerçevede bıraktığı görülmektedir.

Anayasa Mahkemesi'nin bazı kararlarında demokratik toplum düzeninin gerekleri ile ölçülülük ilkelerini yeterince ayrıntılı ve katı bir biçimde uygulamadığı, özellikle millî güvenlik veya kamu düzeni gerekçesiyle yapılan müdahalelerde idarenin sunduğu gerekçeleri geniş bir kabulle değerlendirdiği görülmektedir. Bu yaklaşım, amaçlanan sınırlama rejimindeki normatif belirsizliğin zayıf yargısal denetimle birleşmesi sonucunda temel hakların korunmasında ciddi bir etkinlik kaybına yol açmaktadır (Metin, 2023, s. 333-340).

Anayasa Mahkemesi'nin Wikipedia kararında (2017/22355) sınırlama rejimine ilişkin güçlü bir ölçülülük ve gereklilik denetimi yapması olumlu bir örnek teşkil etse de aynı dönemde verilen bazı diğer kararlarda oldukça dar ve idare lehine yorumların benimsendiği görülmektedir. Bu içtihadi dalgalanma ve tutarsızlık, sınırlama rejimi üzerinde tutarlı ve öngörülebilir bir yargısal denetim standardının yerleşmesini zorlaştırmakta, sonuçta hak güvencelerini zayıflatmaktadır.

c) AİHM Standartlarıyla Aynı Paralelde Olmayan Denetim Uygulamaları

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM), Türkiye'ye ilişkin kararlarında sıklıkla sınırlama rejimindeki belirsizliklerin hukuki öngörülebilirliği zayıflattığını tespit etmiştir. Örneğin:

- *Ahmet Yıldırım v. Turkey* (2012): İnternet erişiminin engellenmesi "*kanunilik*" şartını karşılamamıştır.
- *Cengiz and Others v. Turkey* (2015): YouTube'a erişim engeli "*demokratik toplum düzeninde gerekli*" bulunmamıştır.
- *Demirtaş v. Turkey (No. 2)* (2020): Siyasi faaliyetin cezalandırılması, demokratik toplum için gereklilik testini açıkça ihlal etmektedir.
- *Kavala v. Turkey* (2019): Tutuklamanın "*makul şüphe*" standardını karşılamadığı ve siyasi saik taşıdığı tespit edilmiştir.

Bu kararlar, sınırlama rejiminin uluslararası standartlarla uyumlu şekilde uygulanmadığını ve yargısal denetimin hakları koruma bakımından yeterince etkili olmadığını göstermektedir.

d) OHAL Dönemlerinde Sınırlama Rejiminin Daha da Genişlemesi

2016 sonrası olağanüstü hâl döneminde çıkarılan KHK'ların yargısal denetim dışı bırakılması, sınırlama rejiminin tarihte görülmemiş ölçüde geniş ve sınırsız bir biçimde uygulanmasına yol açmıştır. Anayasa Mahkemesi'nin 2016/166 sayılı kararıyla OHAL KHK'larını denetlemeyeceğini ilan etmesi, bu dönemde temel hak ve özgürlükler üzerindeki sınırlamaları fiilen denetimsiz ve sınırsız kılmıştır. Venedik Komisyonu bu durumu, demokratik hukuk devleti ilkeleri bakımından ağır bir gerileme olarak nitelendirmiştir (Venice Commission, 2017).

AİHM'in *Mehmet Hasan Altan v. Turkey* (2018) ve *Alparslan Altan v. Turkey* (2019) kararlarında da OHAL dönemindeki tutuklamaların dahi "*keyfî*" veya "*gereksiz*" nitelikler

taşıdığı tespit edilmiştir. Bu durum, sınırlama rejiminin olağanüstü dönemlerde tamamen yürütmenin takdirine bırakılabildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, Sınırlama rejiminin normatif genişliği ve yargısal denetimin tutarlı ve etkili biçimde uygulanamaması, 1982 Anayasası'nda hakların fiilî güvencesini zayıflatan temel etkenlerdir. Belirsiz sınırlama sebepleri ile yetersiz veya dalgalı yargısal denetimin birleşmesi, hakların korunmasında öngörülebilirliği azaltmakta ve idarenin müdahale alanını genişletmektedir. Bu nedenle sınırlama rejimi, normatif-uygulama kopukluğunun en görünür ve en yapısal alanlarından birini oluşturmaktadır.

2.3.Olağanüstü Hâl Rejiminin Sınırsızlığı Riski

Olağanüstü hâl (OHAL) rejimi, demokratik hukuk devletlerinde yürütmeye geçici ve istisnaî yetkiler tanımayı amaçlayan bir mekanizmadır. Ancak bu mekanizmanın hukuki sınırlarının açık biçimde belirlenmemesi, yürütmenin olağanüstü dönemde elde ettiği yetkilerin kalıcı bir niteliğe bürünmesi riskini doğurur. 1982 Anayasası'nın 15. maddesi, OHAL dönemlerinde hak ve özgürlüklerin "*durumun gerektirdiği ölçüde*" durdurulabileceğini öngörmekte; fakat bu hüküm hem içerik hem denetim bakımından geniş ve tanımsız bir takdir alanı yaratmaktadır. 2017 anayasa değişikliği ile yürütmenin OHAL ilan etme ve bu dönemde düzenleme yapma yetkisinin merkezileştirilmesi, sınırsızlık riskini daha görünür hale getirmiştir (Gözler, 2016, s. 45-48; Işiksel, 2013, s. 709-711).

a) Yürütme Yetkisinin Aşırı Merkezileşmesi

2017 anayasa değişikliğiyle olağanüstü hâl ilan etme yetkisinin doğrudan ve tek başına Cumhurbaşkanı'na tanınması, yürütme organını istisna rejiminin mutlak merkezi hâline getirmiş ve denge-denetleme mekanizmalarını önemli ölçüde zayıflatmıştır. Venedik Komisyonu bu düzenlemeyi, yürütmenin istisnaî yetkilerini aşırı genişletmesi ve olağanüstü hâlin siyasallaşma riskini artırması nedeniyle eleştirmiş; ayrıca Türkiye'de OHAL KHK'larının yalnızca olağanüstü döneme özgü değil, kalıcı nitelikte ve olağan döneme taşınabilir düzenlemeler içerdiğini vurgulamıştır (Venice Commission, 2017, s. 21; Gözler, 2016, s. 57-59; ECtHR, 2018; Işiksel, 2013, s. 710).

Türkiye'deki olağanüstü hâl rejimi istisnaî olmaktan çıkıp giderek olağan bir yönetsel araca dönüşme eğilimi göstermektedir. Bu eğilim, yürütmenin kriz dönemlerinde elde ettiği geniş yetkilerin etkin bir sınırlandırmaya tabi tutulmadan kullanılabildiğini ve bazı düzenlemelerin olağanüstü hâl sona erdikten sonra da kalıcı hukukî etki yaratabildiğini ortaya koymaktadır (Gözler, 2016, s. 57-59).

b) OHAL KHK'larının Yargısal Denetim Dışında Kalması

Olağanüstü hâl rejiminin sınırsızlaşıp kalıcılaşmasının en belirgin nedenlerinden biri, OHAL KHK'larının yargısal denetime kapalı olmasıdır. Anayasa Mahkemesi (AYM), 2016/166 sayılı kararında OHAL KHK'larının anayasaya uygunluk bakımından denetlenemeyeceğini belirterek, yürütmenin OHAL dönemindeki düzenlemelerini fiilen denetim dışı bırakmıştır. Bu durum, sınırlı olması gereken olağanüstü yetkilerin hiçbir kurumsal fren mekanizmasına tabi olmadan kullanılmasına imkân tanımıştır.

OHAL döneminde yargısal denetimin tamamen devre dışı bırakılması, sınırlama ve askıya alma tedbirlerinin zorunluluk, orantılılık ve demokratik toplum düzeniyle uyumluluk açısından test edilebilme imkânını ortadan kaldırmıştır. Bu durum, sınırlama rejiminin sınırsızlaşma riskinin en somut ve güçlü kurumsal göstergesi niteliğindedir.

c) *AİHM'in OHAL Müdahalelerine İlişkin Eleştirileri*

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM), Türkiye'de OHAL döneminde alınan tedbirlerin bir kısmının derogasyon (AİHS m. 15) sınırlarını aşarak keyfîlik oluşturduğunu tespit etmiştir. Mehmet Hasan Altan v. Turkey (2018) kararında Mahkeme, OHAL'in varlığının tutuklamanın gerekliliğini otomatik olarak meşrulaştırmayacağını, müdahalenin yine "*strict necessity*" testini karşılaması gerektiğini açıkça belirtmiştir. Alparslan Altan v. Turkey (2019) kararında ise tutuklamaların OHAL gerekçesiyle genişletilmesinin "*makul şüphe*" standardıyla bağdaşmadığı ifade edilmiştir. Bu kararlar, OHAL'in hakların tamamen askıya alındığı bir rejim olmadığı; aksine sınırlamaların asgari gereklilikle uyumlu olması gerektiği yönündeki uluslararası standartları açıkça ortaya koymaktadır. Türkiye'nin OHAL döneminde bu standartları karşılamakta zorlanması, olağanüstü yetkilerin sınırsız biçimde uygulandığı algısını güçlendirmektedir.

d) Olağanüstü Dönem Düzenlemelerinin Kalıcı Etkisi

OHAL döneminde çıkarılan KHK'ların büyük bir kısmı, olağanüstü hâl sona erdikten sonra kanunlaştırılarak kalıcı hâle getirilmiştir (Cengiz, 2024, s. 4). Bu durum, istisna rejimlerinin en büyük tehlikelerinden biri olan "*istisnanın norm haline dönüşmesi*" sürecinin Türkiye'de somut bir örneğini oluşturmaktadır. Olağanüstü dönemde tanınan geniş yetkiler böylece olağan hukuk düzenine aktarılmış, sonuçta normatif çerçeve istisnaî yetkileri sınırlandırmak yerine kurumsallaştırmış ve olağan hukuk düzeni olağanüstü dönem hükümleriyle iç içe geçerek daha da muğlaklaşmıştır (Öztan ve Bezci, 2015, s. 159).

Sonuç olarak, 1982 Anayasası'nda olağanüstü hâl rejiminin sınırsızlığa evrilme riski hem normatif hem de kurumsal düzeyde ortaya çıkan yapısal eksikliklerden kaynaklanmaktadır.

OHAL ilan yetkisinin merkezileşmesi, OHAL KHK'larının yargısal denetim dışı kalması, yürütmenin geniş takdir alanı ve olağanüstü düzenlemelerin kalıcılaşması, hak ve özgürlükler üzerinde derin bir kısıtlama etkisi yaratmaktadır. Bu nedenle OHAL rejimi, Türkiye'de normatif-uygulama farkının en belirgin biçimde görünür olduğu alanlardan biri olarak dikkat çekmektedir (Keskinsoy, Kaya ve Meri, s. 1410; Cengiz, 2024, s. 3).

2.4.Yargı Koruması ve İç Hukuka Uyum Sorunları

Türkiye'de temel hak ve özgürlüklerin korunmasında yargının merkezi bir rolü bulunmasına rağmen, yargı korumasının etkinliği hem kurumsal hem de işlevsel düzeyde çeşitli sorunlarla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, yalnızca ulusal yargı mekanizmalarının işleyişindeki aksaklıklardan değil, aynı zamanda uluslararası insan hakları normlarıyla uyumun sağlanamamasından da kaynaklanmaktadır. Yargı koruması ile iç hukuk arasındaki uyumsuzluk, temel hakların fiilî güvencesi bakımından kritik yapısal zafiyetlere işaret etmektedir (Güzel ve Ugan Çatalkaya, 2024, s. 450).

a) AYM Bireysel Başvuru Sisteminin Etkinlik Sorunu

2012'de yürürlüğe giren bireysel başvuru mekanizması, teorik olarak Türkiye'de temel hakların korunması açısından önemli bir kazanım niteliği taşımaktadır (Arslan, 2021). Ancak uygulamada, Anayasa Mahkemesi'nin (AYM) iş yükünün artması, kararların gecikmesi ve bazı hak ihlallerine ilişkin içtihat tutarsızlıkları nedeniyle mekanizmanın etkili başvuru yolu olarak işlevi zayıflamaktadır.

AYM'nin 2024 yılı istatistiklerinde, ifade özgürlüğü, kişi özgürlüğü ve güvenliği ile adil yargılanma hakkı ihlallerinin başvurular arasında en yüksek oranlara sahip olduğu görülmektedir (Anayasa Mahkemesi, 2024). Bu durum, ihlallerin sistematik nitelik taşıdığını ve bireysel başvurunun ihlalleri önleyici bir mekanizma olarak henüz yeterince işlevsel olmadığını göstermektedir.

Anayasa Mahkemesi'nin ifade özgürlüğü davalarında zaman zaman idarenin sunduğu gerekçeleri geniş bir biçimde kabul ettiği ve ölçülülük testini yeterince katı uygulamadığı görülmektedir. Bu yaklaşım, yargısal korumanın hak eksenli ve öngörülebilir olmaktan ziyade durumsal ve değişken bir nitelik kazanmasına yol açmakta; sonuçta Mahkeme'nin hak koruma işlevini güçlendirmek yerine dalgalı ve tutarsız bir etkide bırakmaktadır.

b) *Alt Derece Mahkemeleri ile AYM Arasındaki Gerilim*

Bir başka önemli sorun, alt derece mahkemelerinin AYM kararlarına her zaman uygun hareket etmemesi veya kararlara uyma konusundaki isteksizliğidir. Bu durum, Türkiye'de yargı içi hiyerarşi ve bağlayıcılık ilkesi bakımından tartışmalar doğurmaktadır.

Anayasa Mahkemesi'nin Mehmet Altan ve Şahin Alpay kararlarına rağmen bazı ilk derece mahkemelerinin bu kararlara uymayarak direnmesi, yargısal koruma sisteminin bütünlüğünü ağır biçimde zedeleyen dikkat çekici örneklerdir (ECtHR, 2018). Bu dirençler, içtihat birliğinin ve yargı hiyerarşisi içinde uyumun ciddi ölçüde zayıfladığını göstermekte; sonuçta temel hakların korunmasında sistemik bir uyumsuzluk ve güvencesizlik ortaya çıkarmaktadır.

c) AİHM Kararlarının Uygulanmasındaki Sorunlar

İç hukuk ile uluslararası insan hakları hukuku arasındaki uyumsuzluk, özellikle Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) kararlarının uygulanmasında belirginleşmektedir. Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi'nin (2024; 2025) karar infaz raporlarına göre Türkiye, AİHM kararlarının uygulanmasında en çok dosya biriken ülkeler arasında yer almaktadır.

Birçok karar "*ağırlaştırılmış denetim*" altında tutulmakta; özellikle Kavala v. Turkey (2019) ve Demirtaş v. Turkey (No. 2) (2020) kararlarının gereklerinin tam olarak yerine getirilmemesi, iç hukuk ile AİHM standartları arasındaki gerilimi göstermektedir. AİHM, bu davalarda Türkiye'nin yalnızca bireysel hak ihlallerini değil, aynı zamanda "*yargı bağımsızlığı ve* hukukun üstünlüğü" ile ilgili daha geniş yapısal sorunları da ortaya koyduğunu belirtmiştir (ECtHR 2018; 2019; 2020; Gözler, 2016, s. 62-65).

AİHM kararlarının sistematik olarak uygulanmaması yalnızca uluslararası yükümlülüklerin ihlali anlamına gelmemekte, aynı zamanda iç hukuk düzeninde temel hak ve özgürlüklerin güvencesini doğrudan ve kalıcı biçimde zayıflatmaktadır.

d) Yargısal Bağımsızlık ve Kurumsal Etkinlik Sorunları

Yargı korumasındaki zayıflık yalnızca mahkeme kararlarının uygulanmamasından değil, aynı zamanda yargı bağımsızlığının kurumsal düzeyde ciddi ölçüde aşınmasından da kaynaklanmaktadır. ENCJ'nin 2023 raporuna göre Türkiye'deki yargı bağımsızlığı göstergeleri Avrupa ortalamasının oldukça altında seyretmektedir. Bu durum, yargısal denetimin ne idare ne de yasama karşısında etkili bir denge ve denetleme mekanizması olarak işlev görmesini mümkün kılmamaktadır. Türk yargısının siyasi etkilere karşı tarihsel kırılganlığı da, hak korumasının etkinliğini uzun vadede zayıflatan temel unsurlardan biri olmayı sürdürmektedir (Atay, 2013, s 1133-1140).

Sonuç olarak, Yargı korumasının yapısal eksiklikleri, Türkiye'de temel hak ve özgürlüklerin fiilî güvenliğini zayıflatan en önemli faktörlerden biridir. AYM'nin iş yükü, alt derece mahkemelerinin uyumsuzluğu, AİHM kararlarının tam olarak uygulanmaması ve yargı bağımsızlığına ilişkin sorunlar, iç hukuk ile uluslararası standartlar arasında belirgin bir uyumsuzluk yaratmaktadır. Bu nedenle yargı korumasının güçlendirilmesi, hakların etkin şekilde korunmasının ön koşulu niteliğindedir.

3. Normatif–Uygulama Kopukluğunun Kökenleri

1982 Anayasası'nda temel hak ve özgürlüklere ilişkin normatif hükümler ile bu hükümlerin uygulamadaki görünümü arasında ortaya çıkan uyumsuzluk, yalnızca metinsel veya teknik sorunlarla açıklanabilecek bir durum değildir. Aksine, bu kopukluğun kökeni hem tarihsel hem kurumsal hem de siyasal yapıya içkin daha derin faktörlerden beslenmektedir. Normatif güvencelerin uygulamada etkisizleşmesi, anayasal kültür, yargı bağımsızlığı, siyasal yapı ve yönetim anlayışı gibi alanlarda kökleşmiş sorunların bir sonucudur. Bu bölüm, bu yapısal kopukluğun temel kaynaklarını dört düzeyde incelemektedir.

a) *Tarihsel ve Siyasal Arka Plan: Devlet Merkezli Anayasal Gelenek*

Türkiye'deki normatif-uygulama kopukluğunun en köklü nedenlerinden biri, devlet merkezli anayasal geleneğin kesintisiz bir biçimde süregelmesidir. Bu gelenek, bireyi değil devleti merkeze alan ve devletin üstünlüğünü kurumsallaştıran bir "*otoriter anayasalılık*" anlayışıyla şekillenmiştir (Işıksel, 2013, s. 705; Özbudun, 2011, s. 49).

Bu gelenek, 1982 Anayasası'nda daha da belirginleşmiş; hakların normatif olarak tanınmasına rağmen devletin güvenliğinin ve kamu düzeninin öncelenmesi, uygulamada hak koruma rejiminin zayıf kalmasına yol açmıştır. Bu nedenle, uygulamadaki eksikliklerin kökeni yalnızca teknik düzenleme farklılıklarına değil, aynı zamanda devlet ve birey arasındaki hiyerarşik ilişkiye dayanan tarihsel bir anlayışa dayanmaktadır.

b) *Yargısal Bağımsızlık ve Etkinlikteki Kurumsal Zayıflıklar*

Yargının bağımsız ve etkili bir biçimde işleyememesi, anayasal güvencelerin uygulamada karşılık bulmasını engelleyen en belirleyici faktörlerden biridir. ENCJ'nin 2023 raporuna göre Türkiye, yargı bağımsızlığı endeksinde Avrupa ülkeleri arasında en alt sıralarda yer almaktadır. Bu durum, yargının kurumsal olarak siyasal müdahalelere açık bir yapı sergilediğinden, mahkemelerin temel hakları koruma işlevini doğrudan zayıflatmaktadır (Atay, 2013, s 1133-1140).

Yargı bağımsızlığındaki bu zafiyet hem AYM kararlarına uyumun sağlanamaması hem de alt derece mahkemelerinin uluslararası standartları gözetmeyen kararlar verebilmesi sonucunu doğurmaktadır. Dolayısıyla normatif düzeyde güçlü görünen güvenceler, uygulama aşamasında yargısal filtreyi geçememekte ve etkilerini kaybetmektedir.

c) *İdarenin Geniş Takdir Yetkisi ve Güç Dengesizliği*

1982 Anayasası'nın idareye tanıdığı geniş düzenleme ve müdahale yetkisi, normatif–uygulama kopukluğunun bir başka kaynağını oluşturmaktadır. İdareye tanınan bu geniş yetki, özellikle *"millî güvenlik", "kamu düzeni"* ve *"genel ahlak"* gibi muğlak sınırlama gerekçeleriyle

birleştiğinde, haklara yapılan müdahalelerin kapsamının idari takdirle şekillenmesine yol açmaktadır (Gözler, 2016a, s. 65; Özdemir, 2014, s. 438).

Türkiye'de gerçekleştirilen anayasa değişiklikleri ve bunların uygulamaya yansıma biçimi, genellikle yürütme organının yetkilerini genişletme yönünde işlemiş; idare ise bu süreçte siyasal alanı sürekli büyüten bir aktör konumuna yükselmiştir. Bu eğilim, hak koruma rejiminin etkinliğini doğrudan zayıflatan kuvvetler ayrılığı ilkesinin aşınmasıyla sıkı sıkıya bağlantılıdır (Atay, 2013, s 1133-1140).

AİHM'in *Kavala v. Turkey* (2019) ve *Demirtaş v. Turkey (No. 2)* (2020) kararlarında da idarenin takdir yetkisinin keyfî kullanıldığı, hukuki denetimin ise yetersiz kaldığı açıkça ortaya konmuştur. Bu kararlar, normatif güvencelerin idari uygulama düzeyinde etkisizleştiğini uluslararası düzeyde tescillemektedir.

d) *OHAL ve İstisna Rejimlerinin Kalıcılaşması*

Türkiye'de normatif-uygulama kopukluğunun en derin yapısal nedenlerinden biri, olağanüstü hâl rejiminin dönemsel bir istisna olmaktan çıkıp kurumsal ve süreklilik arz eden bir yönetim aracına dönüşmesidir. İstisna rejimleri sürekli ve kalıcı biçimde kullanıldığında "*istisna normun yerini alır*" ilkesi geçerli hâle gelir (Işiksel, 2013, s. 709-711). Türkiye'de OHAL KHK'larının büyük kısmının olağanüstü hâl sona erdikten sonra kanunlaştırılarak kalıcı kılınması, bu tehlikenin açık ve somut bir tezahürüdür.

Venedik Komisyonu, OHAL döneminde çıkarılan KHK'ların içeriğinin olağanüstü hâl gereklerini çok aşan, kalıcı nitelikte düzenlemeler içerdiğini ve bu durumun hukuk devleti ilkeleriyle bağdaşmadığını açıkça ifade etmiştir. Bu uygulama, normatif çerçevenin öngördüğü hak güvenceleri ile fiilî uygulama arasındaki uçurumu daha da derinleştirmektedir (Venice Commission, 2017).

e) *Uluslararası Standartlarla Uyum Sorunu*

Normatif–uygulama kopukluğunun bir başka nedeni, uluslararası insan hakları hukuku ile ulusal uygulamalar arasındaki uyumsuzluktur. Avrupa Konseyi'nin 2024 ve 2025 infaz raporları, Türkiye'nin AİHM kararlarını uygulamakta ciddi zorluk yaşadığını göstermektedir. Bu durum yalnızca uluslararası yükümlülüklerin ihlali anlamına gelmemekte, aynı zamanda iç hukukta hakların etkili şekilde korunmasının önünde önemli bir engel oluşturmaktadır (Fendoğlu, 2024a, s. 3; European Parliament, 2024).

AİHM kararlarının sistematik olarak uygulanmaması, yalnızca uluslararası bir yükümlülük ihlali değil, aynı zamanda iç hukukta temel hakların korunma düzeyini doğrudan düşüren ve anayasal-normatif güvenceleri fiilen etkisiz hâle getiren bir etkendir.

Sonuç olarak, Normatif–uygulama kopukluğunun kökenleri, Türkiye'nin anayasal kültürü, yargının bağımsızlık düzeyi, idarenin geniş takdir alanı, olağanüstü hâl uygulamalarının kalıcı etkileri ve uluslararası insan hakları standartlarıyla uyum eksikliği gibi iç içe geçmiş yapısal etkenlere dayanmaktadır. Bu nedenle sorun, yalnızca hukuk metinlerinin reformu ile değil, aynı zamanda kurumsal ve siyasal dönüşümü gerektiren çok katmanlı bir yapı taşımaktadır.

4. Öneriler

1982 Anayasası'nın temel hak ve özgürlüklere ilişkin normatif yapısı ile uygulama düzeyindeki görünümü arasında belirgin bir kopukluk bulunduğu önceki bölümlerde ortaya konmuştur. Bu kopukluğun giderilebilmesi hem anayasal normların yeniden düzenlenmesini hem de kurumsal mekanizmaların güçlendirilmesini gerektiren çok boyutlu bir reform perspektifine ihtiyaç duymaktadır. Bu çerçevede öneriler, dört ana başlık altında değerlendirilmiştir: sınırlama rejiminin daraltılması, yargısal bağımsızlığın ve yargısal etkinliğin artırılması, idarenin takdir yetkisinin sınırlandırılması ve olağanüstü hâl rejimine ilişkin demokratik standartların güçlendirilmesi.

a) *Sınırlama Rejiminin Daraltılması*

Anayasa'nın 13. maddesinde yer alan sınırlama rejiminin belirsizliği, hakların kapsamının uygulamada daraltılmasına imkân tanımaktadır. Bu nedenle sınırlama rejiminin daha öngörülebilir ve hak eksenli hâle getirilmesi gereklidir.

1. ***Belirsiz sınırlama kavramları daraltılmalıdır.*** "*Demokratik toplum düzeni", "genel gerekler", "kamu yararı"* ve *"genel ahlak"* gibi son derece soyut ve esnek kavramlar, öngörülebilirliği sağlayacak açık, nesnel ve somut kriterlere bağlanmalıdır. Aksi hâlde sınırlama rejimi keyfî uygulamalara açık kalmaya devam edecektir (Habermas, 1996, s. 288-290).

2. ***Ölçülülük ilkesi anayasal düzeyde alt ilkeleriyle tanımlanmalıdır.*** Ölçülülük ilkesinin gerçekten bağlayıcı bir denetim aracı olabilmesi için, elverişlilik, gereklilik ve dar anlamda orantılılık aşamalarının açık, sistematik ve katı bir biçimde tanımlanması şarttır. Aksi takdirde bu ilke biçimsel bir tekrar olmanın ötesine geçemez (Alexy, 2002, s. 105-109).

3. ***Hakların özünü koruma ilkesi yeniden yapılandırılmalıdır.*** Anayasa'da hakların özüne yapılan vurgu soyut kalmakta; hakların özünü belirleyecek nesnel kriterler tanımlanmamaktadır. Bu ilke hem normatif hem de uygulama düzeyinde güçlendirilmelidir (Habermas, 1996, s. 288-290).

b) ***Yargısal Bağımsızlık ve Etkinliğin Güçlendirilmesi***

Yargının temel hakları koruma kapasitesi, normatif güvencelerin uygulamada etkisini belirleyen en kritik faktördür. Bu nedenle yargısal reformlar hak koruma rejiminin merkezinde yer almalıdır.

1. ***Hâkimler ve Savcılar Kurulu'nun (HSK) yapısı güçler ayrılığı ilkesine uygun hâle getirilmelidir.*** ENCJ'nin (2023) standartları esas alınarak, yürütmenin yargı üzerindeki dolaylı etkisini azaltacak kurumsal yeniden yapılanma gereklidir.
2. ***AYM kararlarının bağlayıcılığı güçlendirilmelidir.*** Alt derece mahkemelerinin AYM kararlarına uymaması, hak koruma rejimini işlevsizleştirmektedir. Bu konuda bağlayıcılığı yaptırımla güçlendiren mekanizmalar oluşturulmalıdır.
3. ***Bireysel başvurunun etkinliği artırılmalıdır.*** Anayasa Mahkemesi'nin aşırı iş yükü azaltılmalı; bireysel başvuruların makul sürede sonuçlandırılması ve içtihat tutarlılığının sağlanması için yapısal önlemler alınmalıdır. Bireysel başvuru yolunun uzun vadeli etkinliği, ancak karar yoğunluğunun düşürülmesi ve istikrarlı içtihat politikalarının benimsenmesiyle mümkün olacaktır (Keskinsoy, Demir ve Kaya, 2020, s. 139).

c) ***İdarenin Takdir Yetkisinin Sınırlandırılması***

İdarenin geniş takdir yetkisi, özellikle güvenlik temelli müdahalelerde hakların orantısız biçimde sınırlandırılmasına yol açmaktadır.

1. ***Takdir yetkisini doğuran kavramlar yeniden tanımlanmalıdır.*** "*Millî güvenlik", "kamu düzeni"* ve *"genel ahlak*" gibi sınırlama sebepleri, uluslararası standartlara uygun, nesnel ve daraltıcı kriterlerle yeniden tanımlanmalı; aksi hâlde bu kavramların aşırı geniş yorumlanması, temel haklar üzerinde sürekli bir istisna ve kısıtlama rejimi yaratmaktadır (Coşkun, 2013, s. 74).
2. ***İdari işlemler için gerekçelendirme yükümlülüğü güçlendirilmelidir.*** AİHM içtihadına göre haklara müdahale eden işlemlerin "*ilgili ve yeterli gerekçe*" içermesi zorunludur. Bu yükümlülük iç hukukta daha açık düzenlenmelidir.
3. ***Yargısal denetim kapsamı genişletilmelidir.*** İdarenin düzenleyici işlemleri, özellikle temel haklara yönelik etkileri bakımından daha yoğun denetime tabi tutulmalıdır.

d) ***Olağanüstü Hâl Rejiminde Demokratik Standartların Artırılması***

OHAL rejimi, yürütmenin en geniş yetkileri kullandığı alan olduğundan, sınırsızlık riskini en aza indirecek reformlar kaçınılmazdır.

1. **OHAL KHK'ları mutlaka yargısal denetime tabi olmalıdır.** AYM'nin 2016/166 sayılı kararıyla ortaya çıkan denetimsizlik durumu, demokratik hukuk devleti ilkesine aykırıdır. Venice Commission (2017) bu hususu açıkça eleştirmiştir.
2. **AİHS m.15 derogasyon şartları iç hukuka yansıtılmalıdır.** AİHM'in *Mehmet Hasan Altan v. Turkey* (2018) ve *Alparslan Altan v. Turkey* (2019) kararlarında vurguladığı "*strict necessity*" (zorunlu gereklilik) testi, Anayasa'nın 15. maddesinde somutlaştırılmalıdır.
3. **Olağanüstü hâl tedbirlerinin kalıcılaşması engellenmelidir.** OHAL döneminde çıkarılan KHK'ların olağan dönemde yürürlükte kalması, istisnanın norm hâline gelmesi sonucunu doğurmaktadır.

Sonuç olarak, Hak koruma rejiminin güçlendirilmesi, yalnızca anayasal metnin reforme edilmesiyle değil, yargısal, idari ve siyasal kurumların bütüncül biçimde yeniden yapılandırılmasıyla mümkündür. Sınırlama rejiminin öngörülebilir hâle getirilmesi, yargının bağımsız ve etkin kılınması, idarenin takdir yetkisinin daraltılması ve OHAL rejiminin demokratikleştirilmesi, normatif ve uygulamaya ilişkin boşluğun kapatılmasında kritik rol oynamaktadır.

SONUÇ

1982 Anayasası, kapsamlı bir temel hak ve özgürlük kataloğu içermekle birlikte, hakların korunmasını sağlayan normatif ve kurumsal güvenceler bakımından belirgin yapısal eksiklikler barındırmaktadır. Bu çalışma boyunca değerlendirildiği üzere, anayasal düzenlemeler ile uygulama arasında ortaya çıkan kopukluk, yalnızca teknik norm sorunlarından ziyade daha derin tarihsel, siyasal ve kurumsal faktörlere dayanmaktadır. Sınırlama rejiminin geniş ve belirsiz yapısı, yargısal denetimin tutarsızlığı, idarenin geniş takdir yetkisi ve olağanüstü hâl düzenlemelerinin yürütme lehine aşırı güç yoğunlaşmasına neden olması, temel hakların fiilî güvencesini zayıflatan başlıca unsurlardır.

Normatif düzeyde, hakların özünü koruyan açık bir sınırın bulunmaması, ölçülülük ilkesinin alt unsurlarının anayasal düzeyde tanımlanmamış olması ve sınırlama sebeplerinin genişliği, hak koruma mimarisinin kırılganlığını artırmaktadır. AİHM içtihatlarında sıkça vurgulandığı üzere (Demirtaş v. Turkey (No. 2), 2020; Kavala v. Turkey, 2019), Türkiye'de haklara yönelik müdahalelerin "*kanunilik*", "*öngörülebilirlik*" ve "*demokratik toplum düzeni*" kriterlerini

karşılamadığı durumlar yaygındır. Bu tespitler, normatif güvencelerin uygulamada çoğu zaman etkisiz kaldığını göstermektedir.

Kurumsal düzeyde ise yargı bağımsızlığı ve yargısal etkinlik, hakların korunması bakımından önemli sorun alanlarıdır. ENCJ (2023) raporunda da belirtildiği gibi, yargının yapısal bağımsızlığındaki zafiyetler, bireysel başvuru mekanizmasının etkisini sınırlamakta ve AYM kararlarına uyumda tutarsızlıklara yol açmaktadır. Aynı şekilde, alt derece mahkemelerinin AYM ve AİHM kararlarına tam uyum göstermemesi, iç hukuk ile uluslararası hukuk arasındaki uyumu zayıflatmaktadır.

Olağanüstü hâl rejiminin 2017 sonrası dönemde yürütme lehine genişlemesi, hak koruma sisteminin en zayıf halkasını oluşturmaktadır. AYM'nin OHAL KHK'larını denetlemeyi reddetmesi (AYM, 2016/166) ve OHAL döneminde alınan tedbirlerin kalıcılaşması, istisnaî yetkilerin norm hâline gelmesi riskini artırmıştır. Venice Commission'ın (2017) da vurguladığı üzere, OHAL düzeninin demokratik standartlarla uyumsuz biçimde genişlemesi, Türkiye'de hakların güvencesizleşmesine yol açmaktadır.

Bu değerlendirmeler ışığında, normatif–uygulama kopukluğunun giderilebilmesi için kapsamlı ve çok düzeyli bir reforma ihtiyaç vardır. Sınırlama rejiminin daraltılması, ölçülülük ilkesinin somutlaştırılması, yargı bağımsızlığının güçlendirilmesi, idarenin takdir yetkisinin sınırlandırılması ve OHAL uygulamalarının demokratik standartlarla uyumlu hâle getirilmesi, temel hak ve özgürlüklerin etkin biçimde korunması için zorunlu adımlardır. Bu reformlar yalnızca anayasa metninin değiştirilmesiyle değil, aynı zamanda kurumların işleyişinin iyileştirilmesi, yargı kültürünün güçlendirilmesi ve uluslararası insan hakları standartlarının iç hukuka tam uyumunun sağlanmasıyla mümkündür.

Sonuç olarak, 1982 Anayasası'nın temel hak güvencelerini demokratik hukuk devleti standartlarına yeniden yaklaştırmak hem normatif hem de kurumsal düzeyde köklü bir dönüşümü gerektirmektedir. Bu dönüşüm gerçekleştirilmediği sürece, anayasanın hakkı tanıyan normları ile uygulamadaki müdahaleler arasındaki fark derinleşmeye devam edecek; hakların fiilî güvencesi ise kırılgan bir yapıda kalmayı sürdürecektir.

KAYNAKÇA

Alexy, R. (2002). *A theory of constitutional rights* (J. Rivers, Çev.). Oxford University Press.

Arslan, Z. (2002). Temel hak ve özgürlüklerin sınırlanması: Anayasanın 13. maddesi üzerine bazı düşünceler. *Anayasa Yargısı, 18*(1), 139–154.

Arslan, Z. (2021). Türkiye'de insan haklarının korunmasında bireysel başvurunun rolü (Konferans Konuşması).

Arslan, Z. (2024, Şubat 26). *Anayasal yorumun dinamikleri ve Anayasa Mahkemesi* (Konferans konuşması). Anayasa Mahkemesi AYAM & Koç Üniversitesi Hukuk Fakültesi Konferansı, İstanbul, Türkiye.

Atar, Y. (2009). The main features of 1982 Turkish Constitution. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 58*, 123–150.
Atay, E.E. (2013). Yargı bağımsızlığı ve tarafsızlığı ilkesi ışığında Danıştay. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 17*(2), 1129–1154.
Coşkun, V. (2013). Constitutional amendments under the Justice and Development Party rule. *Insight Turkey, 15*(4), 67–84.
Dündar Sezer, T. (2014). 1982 Anayasasına göre özel sınırlama sebebi. *Anayasa Yargısı, 31*, 377–402.
European Commission. (2023). *Turkey 2023 report*. https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/turkey-report-2023_en
European Court of Human Rights. (2005, November 10). *Leyla Şahin v. Turkey*, no. 44774/98.
European Court of Human Rights. (2012, December 18). *Ahmet Yıldırım v. Turkey*, no. 3111/10.
European Court of Human Rights. (2015, December 1). *Cengiz and Others v. Turkey*, nos. 48226/10 and 14027/11.
European Court of Human Rights. (2018, March 20). *Mehmet Hasan Altan v. Turkey*, no. 13237/17.
European Court of Human Rights. (2019, April 16). *Alparslan Altan v. Turkey*, no. 12778/17.
European Court of Human Rights. (2019, December 10). *Kavala v. Turkey*, no. 28749/18.
European Court of Human Rights. (2020, December 22). *Selahattin Demirtaş v. Turkey (No. 2)* [GC], no. 14305/17.
European Court of Human Rights. (2024) *Annual Statistics on Violations by Article*. Strasbourg, 2024.
European Parliament. (2024). *Resolution on the 2024 report on Turkey*.
Fendoğlu, H. T. (2013). Kamu denetçiliği (ombudsmanlık) ve Anayasa Mahkemesine bireysel başvuru hakkı. *Ankara Barosu Dergisi, (4)*, 159–182.
Fendoğlu, H. T. (2017). Olağanüstü dönemler ve yayıncılık. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi, 7*(1), 49–66.
Fendoğlu, H. T. (2024a). Yasama dokunulmazlığı ve yargısal aktivizm. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, (57)*, 1–50.
Fendoğlu, H. T. (2024b). Yeni sivil anayasanın yol haritası. *Adalet Dergisi, (73)*, 16–47.
Gözler, K. (2016) *Olağanüstü Hal Rejimlerinde Özgürlüklerin Sınırlandırılması*. Bursa: Ekin Yayınları.
Gözler, K. (2016a). 1982 Anayasası hâlâ yürürlükte mi? Anayasasızlaştırma üzerine bir deneme (Versiyon 4). http://www.anayasa.gen.tr/anayasasizlastirma-v4.pdf
Güzel, A., & Ugan Çatalkaya, D. (2024). Uluslararası insan hakları sözleşmelerinin iç hukuka doğrudan (self-executing) etkisi ve örnek bir Yargıtay kararı üzerine. *Çalışma ve Toplum, 2*(81), 423–458.
Habermas, J. (1996). *Between facts and norms: Contributions to a discourse theory of law and democracy* (W. Rehg, Çev.). MIT Press.
Hekimoğlu, M. (2002). 1982 Anayasasına Göre İnsan Hakları Kavramı: Cilt: 5 Sayı: 7, ss.53 - 70,
Işiksel, T. (2013). Between text and context: Turkey's tradition of authoritarian constitutionalism. *International Journal of Constitutional Law, 11*(3), 702–726.
Kaboğlu, İ. Ö. (2023). *Anayasa hukuku dersleri* (22. baskı). Legal Yayıncılık.
Keskinsoy, Ö., & Batur Kaya, S. (2021). Anayasa Mahkemesi kararlarını biçimlendirme çabası olarak yorum. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi, 11*(1), 63–105.
Keskinsoy, Ö., Batur Kaya, S., & Demir, H. S. (2020). İfade özgürlüğü ekseninde Anayasa Mahkemesinin hukuku değiştirme sorunu. *Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 15*(1), 139–190.
Keskinsoy, Ö., Batur Kaya, S., & Meri, T. (2020). Cumhurbaşkanlığı kararnamesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 75*(4), 1383–1416.
Metin, Y. (2023). Anayasa Mahkemesinin norm denetimi kararlarında hukuk devletinin unsuru olarak ölçülülük ilkesi. *Anayasa Yargısı Dergisi, 40*(1), 333–370.
Özbudun, E. (2011). *Türk Anayasa Hukuku*. Yetkin Yayınları.
Özdemir, Y. M. (2014). Anayasa Mahkemesi kararları ışığında 1982 Anayasası'nda sınırlama kaydı içermeyen temel hak ve özgürlüklerin sınırlanması. *Anayasa Hukuku Dergisi, 3*(5), 413–442.
Öztan, G. G., & Bezci, E. B. (2015). Türkiye'de olağanüstü hâl: Devlet aklı, askerler ve siviller. *Mülkiye Dergisi, 39*(1), 159–186.
T.C. Anayasa Mahkemesi. (2024). *Bireysel başvuru istatistikleri (23.09.2012-31.03.2024)*.

Turhan, M. (1991). Anayasamız ve demokratik toplum düzeninin gerekleri. *Anayasa Yargısı, 8*, 401–420.
Türkiye Cumhuriyeti. (1982). *Türkiye Cumhuriyeti Anayasası* (2017 değişikliği). Resmî Gazete.
Venice Commission. (2017). *Opinion on the amendments to the Constitution adopted by the Grand National Assembly on 21 January 2017 and to be submitted to a national referendum on 16 April 2017* (CDL-AD(2017)005). Council of Europe.
Yokuş, S. (2020). Özgürlükler bağlamında 1982 Anayasası'nın evrimi. *Anayasa Yargısı, 37*(2), 1–30.

HALKI YANILTICI BİLGİYİ ALENEN YAYMA SUÇUNUN MADDİ KONUSU OLARAK GERÇEĞE AYKIRI BİLGİ KAVRAMI*

Arş. Gör. Furkan KILINÇER
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü;
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Hukuku
Yüksek Lisans Öğrencisi
ORCID: 0009-0005-9585-8230
Doç. Dr. Hakan. A. YAVUZ
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Hukuk Fakültesi
ORCID: 0000-0002-6613-0073

ÖZET

Bu çalışmada, halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçunun maddi konusunu oluşturan bilgi kavramı ve hangi durumlarda bilginin gerçeğe aykırı olarak kabul edilebileceği hususu incelenmiştir. Çalışmada öncelikle bilgi olarak kabul edilebilecek ifadelerin doğruluğu veya yanlışlığı kanıtlanabilen objektif ifadeler olduğu tespit edilmiş, bu bağlamda kişisel değer yargılarının bilgi kapsamında değerlendirilemeyeceği ve bu durumda suçun oluşmayacağı ifade edilmiştir.

Bunun yanında bir ifadenin gerçeğe aykırı olduğunun tespit edilmesinde suç tipi ihdas edilinceye kadar basın hukuku çerçevesinde tartışılan görünür gerçeklik ilkesinden yararlanılabileceği savunulmuştur. Bu kabul ile ifadenin yayıldığı anda gerçek olduğu kabul edilen ancak daha sonrasında maddi gerçeklikle örtüşmediği anlaşılan ifadelerin suç kapsamında görülemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Yine suçun herhangi bir bilginin yayılması ile değil kanunda maddi konu olarak sınırlı sayıda ifade edilen "ülkenin iç ve dış güvenliği", "kamu düzeni" ve "genel sağlık" ile ilgili gerçeğe aykırı bilgilerin yayılması ile oluşacağı ifade edilmiş ve bu kavramların suç tipi bakımından nasıl somutlaşacağı örnek verilmek suretiyle açıklanmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada ifade özgürlüğünün korunması adına suç tipindeki muğlak ifadelerin, içtihatlar aracılığıyla somutlaştırılması gerektiği ve failin "halk arasında endişe, korku veya panik yaratmak" özel kastı ile hareket edip etmediğinin hassas bir şekilde araştırılması gerektiği ifade edilmiştir.

*Bu çalışma, ikinci yazar danışmanlığında birinci yazar tarafından Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Hukuku Anabilim Dalı nezdinde yürütülmekte olan yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

THE CONCEPT OF FALSE INFORMATION AS THE SUBJECT MATTER OF THE CRIME OF PUBLICLY DISSEMINATING MISLEADING INFORMATION

ABSTRACT

This study examines the concept of information that constitutes the material subject matter of the crime of publicly disseminating misleading information to the public, and the circumstances under which information may be deemed contrary to the truth. The study first determined that statements that can be accepted as information are objective statements whose accuracy or inaccuracy can be proven. In this context, it was stated that personal value judgments cannot be evaluated within the scope of information and that in such cases, the crime does not occur.

In addition, it is argued that the principle of visible reality, which has been debated within the framework of press law until the establishment of the crime type, can be used to determine whether a statement is contrary to the truth. With this acceptance, it is concluded that statements that are considered true at the time they are disseminated but are later found to be inconsistent with material reality cannot be considered a crime.

It has also been stated that the crime is not committed by the dissemination of any information, but rather by the dissemination of false information related to the “internal and external security of the country,” “public order,” and “public health,” which are limited in number and specified as substantive subjects in the law. An attempt has been made to explain how these concepts are concretized in terms of the crime type by providing examples. In conclusion, this study states that, in order to protect freedom of expression, unclear expressions in criminal offenses must be clarified through case law, and that it is necessary to carefully investigate whether the defendant acted with the specific intent of “causing anxiety, fear, or panic among the public.”

Keywords: Information, Contradiction with the Truth, Internal and External Security of the Country, Public Order, Public Health

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ve dijital medyanın gelişmesiyle birlikte özellikle yanıltıcı içeriklerin kamuoyu üzerindeki etkileri çok daha şiddetli bir duruma gelmiştir. Nitekim sosyal medyada dezenformasyon içerikli bilgilerin, gerçek bilgilere nazaran çok daha hızlı yayılması bu durumla güçlü bir şekilde mücadele edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Muñoz vd., 2024, s. 20-21). Bu bağlamda Devletler de dezenformasyonla mücadele etmek ve kişilerin doğru bilgi alma hakkını korumak için çeşitli hükümler yürürlüğe koymuşlardır.

Bu mücadelenin ceza hukukundaki somut görünümü ise 7418 sayılı Kanun ile 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu’na (TCK) eklenen "Halkı Yanıltıcı Bilgiyi Alenen Yayma" başlıklı 217/A

maddesidir. Bu düzenleme ile kanun koyucu gerçeğe aykırı bilgilerin, sırf halk arasında endişe, korku veya panik yaratmak saikiyle aleni bir şekilde yayılmasını münferit bir suç tipi olarak tanımlamıştır. Aynı zamanda suçun oluşabilmesi için fiilin kamu barışını bozmaya elverişli olması gerekmektedir.

Suç tipinin maddi konusu ise gerçeğe aykırı bilgidir. Dolayısıyla öncelikli olarak failin alenen yaydığı şeyin bilgi olarak nitelendirilebilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan özellikle düşünce açıklamalarının veya geleceğe dönük ifadelerin "bilgi" sayılıp sayılamayacağı önemle tartışılması gereken bir husustur. Bunun yanında TCK m. 217/A hükmünde suçun gerçeğe aykırı olan herhangi bir bilginin yayılması ile değil, kanunda açıkça ifade edilen konulardaki gerçeğe aykırı bilgilerin yayılması ile oluşacağı düzenlenmiştir.

I. Bilgi Kavramı

Bilgi kavramı bilim dalına, ilgili zamana ve değişen koşullara göre birbirinden farklılaşmaktadır (Özenç Uçak, 2010, s. 706). Nitekim günümüzde de birbirinden bağımsız 400 farklı bilgi tanımının bulunduğu ifade edilmiştir (Özenç Uçak, 2000, s. 144). Bilgiyle en çok ilgilenen felsefe alanına göre ise bilgi, süje (bilen insan) ve obje (bilinen, araştırılan şey) arasındaki etkileşimin sonucunda oluşan çıktıdır (Mengüşoğlu, 2017, s. 56). Hukuk bakımından bilgi ise hukuk düzeni açısından anlam ifade eden ve iletişim yoluyla başka kişilere aktarılan verilerdir (Erkal, 2009, s. 24-25). O halde insanın bizatihi iç dünyasında kalan bilgi, hukuk düzeni bakımından önem taşımaz.

Yine başka bir açından da bilgi, yanlış veya doğru olarak nitelendirilebilen ifadelerdir (Öztürk, 2014, s. 2). Bu bağlamda öznel değer yargıları veya kişisel eleştiriler, doğruluğunun ya da yanlışlığının objektif anlamda tartışılabilmesi mümkün olmadığından bilgi sayılamayacak ve nihayetinde suçun konusunu oluşturmayacaktır (Akın, 2024, s. 23; Sarsıkoğlu, 2024, s. 726; Türay vd., 2022, s. 4; AYM, 2023, para. 22). Nitekim TCK m. 218 hükmünde de haber verme sınırlarını aşmayan ve eleştiri amacıyla yapılan düşünce açıklamalarının suç oluşturmayacağı açıkça ifade edilmiştir. Yine benzer gerekçeyle geleceğe dönük ifadeler, tahminler ya da temenniler de suçun konusunu oluşturmayacaktır (Türay vd., 2022, s. 12).

O halde bu suç tipi bakımından "bilgi" ifadesinden anlaşılması gereken şey; herhangi bir öznel değer yargısı taşımayan, yorumu kişiden kişiye değişmeyen, doğruluğu kanıtlanabilir nesnel ifadelerdir.

II. Gerçeğe Aykırılık

Bilginin gerçeğe aykırılığının nasıl belirleneceği hususunda basın özgürlüğü çerçevesinde gelişen uygulamadan yararlanılabileceğini düşünmekteyiz. Zira bu suç tipi ihdas edilene kadar bir ifadenin gerçeği yansıtıp yansıtmadığı basın özgürlüğü çerçevesinde tartışılmaktaydı. Bu

bağlamda konuyla ilgili etraflıca araştırma yapılmak kaydıyla yayın anında "orta düzeydeki kişilerce" doğruluğu kabul edilen bilgilerin paylaşılmasının (görünür) gerçekliğe uygun düştüğü kabul edilmekte ve daha sonrasında haberin görünür gerçeklikle örtüşmediği anlaşılsa dahi basının söz konusu yayın nedeniyle herhangi bir sorumluluğunun bulunmadığı ifade edilmekteydi (Dönmezer ve Bayraktar, 2016, s. 245; Aydos, 2012, s. 8; AYM, 2017, para. 51). Anayasa Mahkemesinin bu anlayışı, halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçu bakımından da güncelliğini korumaktadır. Nitekim mahkeme, gerçeğe aykırı bilgi kavramını görünür gerçeklik çerçevesinde yorumlamış ve ifadelerin mutlak gerçeklikle örtüşmediği durumlarda dahi gerçeğe aykırı olarak değerlendirilemeyeceğini ifade etmiştir (AYM, 2023, para. 18-21).

Bir ifadenin gerçeğe aykırı olup olmadığı, fiil anı esas alınarak belirlenecektir (Türay vd., 2022, s. 12). Fiilin daha sonrasında gerçeği yansıttığının anlaşılması halinde ise bu durum suç kapsamında görülmemelidir. Nitekim aksi kabul dezenformasyonun önlenmesi amacıyla bağdaşmayacak ve gerçeğin engellenmesine yol açacaktır. Dolayısıyla görünür gerçeklik ilkesi, görünür gerçeklikle örtüşen ifadelerin maddi gerçeklikle uyuşmadığının sonradan anlaşıldığı durumlarda uygulanmakta ve failin sorumluluğunu ortadan kaldırmaktadır.

Gerçeğe aykırılık incelemesini yapacak mercii ise maddi gerçeğin araştırılması ilkesine göre ilgili mahkemedir. Gerçeğe aykırılığın belirlenmesinin hukuki bir incelemeden ziyade teknik bir incelemeyi zorunlu kılması durumunda hâkim, bilirkişi incelemesinden yararlanabileceği gibi idareden de bilgi talep edebilecektir. Ancak hâkim bu tespitlerle sınırlı kalmamalı ve tüm delilleri tartışarak kendi vicdani kanaatine göre karar vermelidir (Akın, 2024, s. 171; Balcı ve Çakır, 2023, s. 9). Söz konusu inceleme neticesinde ifadelerin bir kısmında tespit edilen gerçeğe aykırılığın da suç teşkil edeceği ifade edilmiştir (Balcı ve Çakır, 2023, s. 8).

III. Maddede Açıkça Sayılan Konular

TCK m. 217/A hükmünde herhangi bir konudaki gerçeğe aykırılık yaptırıma bağlanmamış, maddede suçun oluşabilmesi için gerçeğe aykırı bilginin ilgili olması gereken birtakım konular sınırlı sayı ilkesine göre ifade edilmiştir. Bu bakımdan suç ancak "ülkenin iç ve dış güvenliği", "kamu düzeni" ve "genel sağlık" ile ilgili gerçeğe aykırı bilgilerin alenen yayılması ile oluşacaktır. Ancak genel sağlık, kamu düzeninin bir unsuru olmasının yanında maddede ayrıca sayılmıştır. Dolayısıyla biz de kanun sistematiğine uygun bir şekilde ayrıca ele almayı uygun görüyoruz.

A. Ülkenin İç ve Dış Güvenliği

İç güvenlik, bir ülkenin sınırları içerisinde yaşayan kişilerin can veya malları bakımından herhangi bir tehlike durumu içerisinde olmadan huzurlu bir şekilde yaşamasını ifade etmektedir (Sarıgüzel, 2016, s. 63). Bu bağlamda savaş hali veya ayaklanma gibi ülkenin bütünlüğünü

tehdit eden durumlar ya da demokratik toplum düzenini tehlikeye düşüren kalkışmalar iç güvenliği tehlikeye uğratmaktadır (Akgüner, 1983, s. 84). Dış güvenlik ise bir Devletin politikalarını diğer Devlet veya devlet haricindeki yapılardan bağımsız bir şekilde oluşturabilmesi ve bu yapıların saldırılarına karşı koyabilmesi durumudur (Sarıgüzel, 2016, s. 64-65). Ülkenin iç güvenliği kolluk kuvvetleri aracılığıyla sağlanırken dış güvenliği ise politikalarıyla ve askeri kuvvetleriyle sağlanmaktadır (Akgüner, 1983, s. 80-83). Bu bakımdan toplumun canlarının ve mallarının güvenliği ya da Devletin dış ilişkileri ile savunması ile ilgili olan gerçeğe aykırı bilgiler suçun konusunu oluşturabilecektir.

B. Kamu Düzeni

Kamu düzeni kavramı, kişilerin can ve mal güvenliklerinin temin edildiği bir toplumda huzurlu bir şekilde yaşamalarını sağlayan maddi düzeni ifade etmektedir (Akyılmaz vd., 2024, s. 612). Kamu düzeni; genel güvenlik, dirlik ve esenlik, genel sağlık ve genel ahlak unsurlarından oluşmaktadır. Anayasa Mahkemesi de bir kararında, kamu düzeninin "*toplumun huzur ve sükûnunun sağlanmasını, devletin ve devlet teşkilâtının muhafazasını hedef tutan her şeyi ifade ettiğini, bir başka deyimle cemiyetin her sahadaki düzeninin temelini teşkil eden bütün kuralları"* kapsadığını ifade etmiştir (AYM, 1964). O halde, kamu düzenini ilgilendiren hususlar aslında toplumdaki insanların genelini ilgilendirmektedir. Bu bakımdan doğası gereği etkisi çok sınırlı bir şekilde kalacak ifadeler kamu düzenini bozamayacak ve suç kapsamında değerlendirilemeyecektir.

1. Genel Güvenlik

Genel güvenlik, kişilerin canlarına veya mallarına yönelik herhangi bir tehditle karşılaşmadan huzur içerisinde yaşadıkları durumu ifade etmektedir (Akyılmaz vd., 2024, s. 613). Genel güvenliğin ihlal edildiğinin ifade edilebilmesi için toplumun tamamına yönelik bir tehlikenin ortaya çıkmasının gerektiği belirtilmektedir (Boz vd., 2020, s. 58). Bu bakımdan genel güvenlik, iç güvenlik tanımıyla paralellik göstermektedir. Nitekim bu nedenle de suç tipinde iç güvenliğe ayrıca yer verilmesinin gerek olmadığı ifade edilmektedir (Can vd., 2023, s. 77). Genel güvenlik, kapsamı gereği çeşitli düzenlemeleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu bakımdan örneğin kara, hava, deniz veya demiryolu ulaşımına ilişkin düzenlemeler, doğal afetlerin etkisinin hafifletilmesine yönelik düzenlemeler veya terör eylemlerinin engellenmesine yönelik düzenlemeler genel güvenlik ile ilgilidirler (Boz vd., 2020, s. 65-74).

2. Dirlik ve Esenlik

Dirlik ve esenlik, toplumun alışılmış bir düzen içerisinde yaşaması durumunu ifade etmektedir. Bu düzeni aşan ses, görüntü veya koku kirliliğine yol açan davranışlar dirlik ve esenliği bozmaktadır (Boz vd., 2020, s. 83). Ancak toplumun alışılmış düzeni, o bölgede yaşayan

insanların yaşantısının genel bir sonucu olduğundan bölgeden bölgeye değişebilmektedir. Bu nedenle de bir hususun, dirlik ve esenliği bozup bozmadığı ilgili toplum dikkate alınarak tartışılmalıdır (Boz vd., 2020, s. 86).

Dirlik ve esenlik kavramı, suç tipi bakımından ilgili toplum düzeninin ve huzurunun bozulmaması biçiminde somutlaşmaktadır. Bu bakımdan gerçeğe aykırı bir bilginin yayılması neticesinde o toplumdaki kişilerin olağan yaşantılarını huzur içerisinde sürdürmeleri mümkün olmaz ise toplumdaki dirlik ve esenlik bozulmuş demektir. O halde örneğin ilgili bölgedeki 'içme sularına zehir karıştırıldığı' iddiası o bölgedeki insanların suyu kullanamamalarına yol açacağından alışılmış düzeni bozacak ve suç kapsamında görülebilecektir.

3. Genel Ahlak

Anayasa Mahkemesi genel ahlakın, "*belli bir zamanda bir toplumun büyük çoğunluğu tarafından benimsenmiş bulunan ahlâk kurallarıyla ilgili hareketleri gösteren ve kolayca anlaşılan*" bir anlam taşıdığını ifade etmiştir (AYM, 1964). O halde genel ahlak, dirlik ve esenlik kavramında olduğu gibi ilgili toplum ve bölge içerisinde benimsenen ahlak normlarının genel bir sonucudur. Bu nedenle de toplumun büyük çoğunluğu tarafından benimsenen ahlak kurallarıyla ilgili yayılan gerçeğe aykırı bilgiler nedeniyle suç oluşabilecektir. Örneğin sınıf ortamında öğrencilerin birbirlerine hakaret etmelerinin idare tarafından benimsetildiğine dair asılsız ifadeler suç teşkil edebilecektir.

Ancak genel ahlak normları sadece hakaret etme, büyüğüne saygı duy gibi davranış normlarından ibaret değildir. Nitekim bu gibi davranışlarla ilgili olarak da 'gerçeğe aykırı' bilgilerin yayılması pek mümkün değildir. Bu bakımdan genel ahlakın, sosyal etik ve toplumsal güvenden de oluşan genel bir kavram olarak anlaşılması gerekmektedir. Bu durumda da örneğin gerçeğe aykırı bir şekilde yayılan koruma altındaki çocukların istismar edildiğine yönelik iddialar da sosyal etik ve toplumsal güveni ilgilendirdiği gerekçesiyle suç kapsamında görülebilecektir.

C. Genel Sağlık

Bu kavram, toplumu oluşturan kişilerin yanında hayvanların ve bitkilerin de salgınlardan veya hastalıklardan korunarak toplum yaşamının sağlıklı bir şekilde sürdürülmesini tanımlamaktadır (Akyılmaz vd., 2024, s. 615). Bu bakımdan örneğin gıdaların denetimi veya aşı uygulamaları genel sağlıkla ilgilidir (Boz vd., 2020, s. 128).

Özellikle toplumun genel sağlığının risk altında olduğu dönemlerde dezenformasyon faaliyetleri de bu alanda yoğunlaşmaktadır. Nitekim Covid-19 döneminde virüse ve aşı uygulamalarına yönelik birçok dezenformasyon faaliyeti gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde yapılan bir çalışmada Korona virüsü ve aşılarla ilgili yüzü aşkın paylaşımın yapıldığı ve bu

paylaşımların iki yüz binden fazla beğeni aldığı tespit edilmiştir (Center for Countering Digital Hate, 2021, s. 9).

Suç tipi, pandemi döneminde yürürlükte olsaydı aşılarla ilgili yayılan gerçeğe aykırı bilgiler nedeniyle yargılama yapılması söz konusu olabilirdi. Ancak böyle bir durumda gerçeğe aykırılığın nasıl tespit edileceği büyük bir problem teşkil edecekti. Zira tıp bilimi gibi mutlak doğruların olmadığı alanlarda bu alanın uzmanları tarafından farklı görüşlerin savunulması mümkün olduğundan objektif üçüncü kişi bakış açısıyla hangi bilgilerin gerçeğe aykırı olduğu ortaya konulamayacaktı. Elbette suç tipinde failin "halk arasında endişe, korku veya panik yaratmak" saikiyle hareket etmesi arandığı için failin bu kastla hareket etmediği ileri sürülebilirdi, ancak bu durumda da farklı görüşlerin bilincinde olan ve özel kastla hareket eden faillerin cezasız kalması söz konusu olabilirdi.

SONUÇ

Halkı yanıltıcı bilginin alenen yayılması suçunun oluşabilmesi için öncelikle alenen yayılan ifadenin bilgi olarak kabul edilebilmesi ve bu bilginin gerçeğe aykırı olması gerekmektedir. Bu bağlamda vardığımız ilk sonuç, bilginin değer yargılarından tamamen bağımsız bir şekilde doğruluğu veya yanlışlığı tartışılabilir objektif ifadeler olarak ele alınması gerektiğidir. Dolayısıyla kişisel eleştiriler veya geleceğe dönük tahminler, doğruluğu veya yanlışlığı tartışılamayacağından suçun kapsamına girmeyecektir.

İkinci olarak ise yüksek mahkemenin kararı doğrultusunda gerçeğe aykırılığın tespitinde mutlak gerçeklikten değil, fiil anındaki görünür gerçeklikten hareket edileceğini ifade edebiliriz. Bu kabulün sonucunda objektif üçüncü kişinin bilginin yayıldığı anda, bu bilginin gerçeklikle örtüşüp örtüşmediğine ilişkin kanaati esas alınacaktır. Bu bağlamda gerçek olduğu düşünülen bilgi, mutlak gerçeklikle örtüşmüyor olsa dahi gerçeğe aykırı olarak kabul edilemeyecektir. Ancak görünür gerçekliğe aykırı bir bilginin daha sonrasında maddi gerçeği yansıttığı anlaşılırsa bu durumda da suç oluşmayacaktır. Gerçeğe aykırılığın tespitinin teknik bir incelemeyi zorunlu kılması halinde ise bilirkişinin veya idarenin gerçekliğin tespitine ilişkin yaptığı açıklamalar mutlak doğru olarak esas alınmayacak, hâkim tüm delilleri inceleyerek kendi vicdani kanaatine göre bir karara varacaktır.

Nihayetinde suç tipi düzenlemesinde herhangi bir konudaki gerçeğe aykırılığın değil, kanunda açıkça ifade edilen konulardaki gerçeğe aykırılığın yaptırıma bağlandığını görmekteyiz. Bu konular "ülkenin iç ve dış güvenliği, "kamu düzeni" ve "genel sağlık" olarak ifade edilse de bu kavramlar oldukça geniş kavramlardır. Nitekim maddi düzeni tanımlamak amacıyla kullanılan kamu düzeni kavramı, yaşadığımız bölgelerdeki atıkların toplanmasından can güvenliğimizle ilgili olarak bu bölgelere yönelen fiziki saldırılara kadar hayatımızda karşılaşabileceğimiz

hemen hemen her konuyu ilgilendirmektedir. Bunun yanında genel ahlak veya dirlik ve esenlik gibi kapsamı ilgili zamana ve yere göre değişebilen kavramlara ya da genel sağlık gibi mutlak doğruların bulunmadığı alanlara ilişkin konulardaki gerçeğe aykırılığın nasıl tespit edileceği bir sorun olarak varlığını sürdürmektedir.

Sonuç olarak suç tipi uygulamasında, ifade özgürlüğünün toplumun genelinin benimsediği düşüncelerin yanında toplumun hoşlanmayacağı düşünceleri de kapsadığı dikkate alınarak hareket edilmelidir. Bu noktada gerek elverişlilik koşulu gerekse de failin özel kastla hareket etme zorunluluğu suç tipinin kapsamını özgürlükler lehine daraltmaktadır. Ancak yine de tipiklikte geçen birtakım muğlak ifadelerin kapsamı yargı içtihatlarıyla somutlaştırılarak suç tipinin kamusal tartışma ortamını engelleyen bir yapıya bürünmesi engellenmelidir.

KAYNAKÇA

Akgüner, T. (1983). *1961 Anayasası'na göre milli güvenlik kavramı ve Milli Güvenlik Kurulu*. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları.

Akın, M. (2024). *Düşünceyi açıklama özgürlüğü bağlamında halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçu* [Yüksek lisans tezi, Yaşar Üniversitesi].

Akyılmaz, B., Sezginer, M., & Kaya, C. (2024). *Türk idare hukuku* (18. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Anayasa Mahkemesi. (1964, 28 Ocak). *E. 1963/128, K. 1964/8*.

Anayasa Mahkemesi. (2017, 15 Şubat). *Orhan Pala başvurusu* (Başvuru No: 2014/2983).

Anayasa Mahkemesi. (2023, 8 Kasım). *E. 2022/129, K. 2023/189*.

Aydos, O. S. (2012). Basın yolu ile kişilik hakları ihlâllerinde manevî tazminat. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, *16*(2), 1–36.

Balcı, M., & Çakır, K. (2023). Halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçu (TCK m. 217/A). *Anadolu Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, *9*(1), 1–17.

Boz, S. S., Nacak, M., Öndin, H. B., Özdemir, Y., Bölükbaşı, M. O., & Ulusoy, S. (2020). *İdare hukuku açısından kamu düzeni unsurları*. Adalet Yayınevi.

Can, S., Evirgen, S., & Ulusal, D. (2023). İfade özgürlüğü kapsamında halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçu (TCK madde 217/A). *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, *10*(33), 57–89.

Center for Countering Digital Hate. (2021). *Malgorithm: How Instagram's algorithm publishes misinformation and hate to millions during a pandemic*. https://counterhate.com/wp-content/uploads/2022/05/210309-Malgorithm-Report.pdf

Dönmezer, S., & Bayraktar, K. (2016). *Basın hukuku* (6. baskı). Beta Yayınları.

Erkal, A. (2009). Genel olarak bilgi ve bilgi teorisi çerçevesinde bilginin hukuktaki anlamı. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, *17*(2), 11–30.

Mengüşoğlu, T. (2017). *Felsefeye giriş* (3. baskı). Doğu Batı Yayınları.

Muñoz, P., Díez, F., & Bellogín, A. (2024). Modeling disinformation networks on Twitter: Structure, behavior, and impact. *Applied Network Science*, *9*(4).

Özenç Uçak, N. (2000). Bilgi üzerine kuramsal bir yaklaşım. *Bilgi Dünyası*, *1*(1), 143–159.

Özenç Uçak, N. (2010). Bilgi: Çok yüzlü bir kavram. *Türk Kütüphaneciliği*, *24*(4), 705–722.

Öztürk, F. (2014). Bilgi ve doğruluk. *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (18), 1–14.

Sarıgüzel, H. (2016). *Devlet sırlarına karşı suçlar ve casusluk suçları*. Adalet Yayınevi.

Sarsıkoğlu, Ş. (2024). Halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma (dezenformasyon) suçu (TCK m. 217/A). *Necmettin Erbakan Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, *7*(3), 720–755.

Türay, A., Börekçi, E. B., Yılmaz, A. E., & Özbalcı, Y. Y. (2022). *Halkı yanıltıcı bilgiyi alenen yayma suçu (TCK m.217/A): Ceza hukukuna ilişkin değerlendirmeler*. İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Hakları Hukuku Uygulama ve Araştırma Merkezi.

KANUNİLİK İLKESİNİN KABAHATLER HUKUKU BAKIMINDAN DÖNÜŞÜMÜ VE ÇERÇEVE NORM UYGULAMASI

Arş. Gör. Furkan KILINÇER
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü
ORCID: 0009-0005-9585-8230

ÖZET

Kanunilik ilkesi, kişilerin ancak kanunda düzenlenen bir yaptırım normu neticesinde cezalandırılabileceği anlamına gelen anayasal bir ilke olup temel hak ve özgürlükleri korumaktadır. Ancak günümüzde teknolojik gelişmelerin çok hızlı bir şekilde yaşanması yasama organının her konuyu kanun marifetiyle detaylıca düzenlemesini imkansızlaştırmış ve bu durum neticesinde idari yaptırım rejimi bir dönüşüme uğramıştır. Bu dönüşüm neticesinde ceza hukukunda uygulanan ve suçun bütün unsurlarının kanunda belirtilmesi gerektiği anlamına gelen kanunilik ilkesine katı kanunilik ilkesi, kabahatler hukukunda uygulanan ve genel çerçevenin kanunda çizilmesi şartıyla kabahat oluşturan fiilin idarenin genel düzenleyici işlemleriyle somutlaştırılmasına imkân veren kanunilik ilkesine ise esnek kanunilik ilkesi denilmiştir.

Bu çalışmada mevzuatımızdaki kimi düzenlemeler örnek olarak incelenmiş ve bu düzenlemelerin bir kısmında kabahat belirleme yetkisinin keyfiliğe yol açabilecek şekilde tamamen idareye bırakıldığı, diğer bir kısmında ise kanun koyucunun bu riski fark ederek gerekli kanuni değişikliği yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca bazı düzenlemelerde de olması gerektiği gibi kanunla çizilen çerçevenin içeriğinin teknik şartların belirlenmesi ile doldurulduğu görülmüştür. Bu bakımdan çalışmada, kabahatler hukukunda uygulanan kanunilik ilkesinin ceza hukukundaki gibi sert bir şekilde uygulanmasının pratik amaçlarla örtüşmediği vurgulanarak çerçeve norm uygulamasının bir gereklilik olduğu ifade edilmiştir. Son olarak geçerli bir çerçeve norm için yasaklanan davranışın asgari şartlarının kanunda düzenlenmesi gerektiği ve idarenin teknik uzmanlığı gereği ilgili detayları belirleyen bir rolde olması gerektiği ifade edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çerçeve Norm, Esnek Kanunilik İlkesi, Kabahatler Hukuku

THE TRANSFORMATION OF THE PRINCIPLE OF LEGALITY IN MISDEMEANOR LAW AND THE APPLICATION OF FRAMEWORK NORMS

ABSTRACT

The principle of legality is a constitutional principle meaning that individuals can only be punished as a result of a sanctioning norm stipulated by law, and it protects fundamental rights

and freedoms. However, the rapid pace of technological developments today has made it impossible for the legislature to regulate every issue in detail by means of law, and as a result, the administrative sanction regime has undergone a transformation. As a result of this transformation, the principle of legality applied in criminal law, which means that all elements of a crime must be specified in the law, is called the strict legality principle, while the principle of legality applied in misdemeanor law, which allows the act constituting a misdemeanor to be specified by the administration's general regulatory procedures, provided that the general framework is outlined in the law, is called the flexible legality principle.

This study examines certain regulations in our legislation as examples and finds that in some of these regulations, the authority to determine offenses is left entirely to the administration in a manner that could lead to arbitrariness, while in others, the legislator has recognized this risk and made the necessary legal changes. Furthermore, in some regulations, it was observed that the framework outlined by law was filled with the determination of technical conditions, as it should be. In this regard, the study emphasizes that strictly applying the principle of legality in misdemeanor law, as in criminal law, does not align with practical objectives, and thus the application of a framework norm is necessary. Finally, it is stated that for a valid framework norm, the minimum conditions of the prohibited behavior must be regulated by law, and the administration must play a role in determining the relevant details due to its technical expertise.

Keywords: Framework Norm, Principle of Flexible Legality, Misdemeanors Law

GİRİŞ

Kanunilik ilkesi; temelini Anayasanın 38. maddesinden alan, kişilerin davranışlarının hukuki sonuçlarını önceden bilmelerini sağlayarak eylemlerini buna göre yönlendirmelerine imkân tanıyan ve bu anlamda uygulanacak yaptırımı meşru kılan bir ilkedir. Kanunilik ilkesi münhasıran ceza hukuku bakımından sonuç doğurmamakta, ayrıca kabahatler hukukunu da etkilemektedir (Ekinci, 2017, s. 27). Aynı zamanda kabahat düzenlemeleri ile ceza hukuku normlarında olduğu gibi kişilerin temel hak ve özgürlüklerinin sınırlandırdığı ifade edilmiş ve kanunilik ilkesinin hukuki güvenliği sağladığı belirtilmiştir (Kaşka, 2013, s. 215-216; Kula, 2019, s. 56). Ayrıca Anayasa'nın anılan maddesinde idari suç ve cezalar ile adli suç ve cezalar arasında bir ayrım da yapılmadığından her ikisi de bu maddede öngörülen ilkelere tabidir (AYM, 2024, par. 10).

Kanunilik ilkesi, suç veya kabahat nedeniyle kişilerin cezalandırılabilmeleri için kanuni bir düzenlemenin varlığını zorunlu kılmaktadır. Anayasa Mahkemesi, AY m. 13 hükmünde yer alan kanun ifadesinden TBMM tarafından kabul edilen ve kanun adı taşıyan işlemlerin

anlaşılması gerektiğini kanaatiyle şekli kanun anlayışını benimsemektedir (AYM, 2013; AYM, 2022, par. 72). AİHM ise bu doğrultuda yaptığı incelemelerde şekli kanun anlayışının mutlak olmadığını, Devletin temel hak ve özgürlüklere müdahalesi için kendisini yetkilendiren mevzuattaki bir düzenlemeye dayanan, ilgili kişi açısından yeterli derecede ulaşılabilir olan, davranışlarını ona göre yönlendirme ve eylemleri neticesinde meydana gelebilecek sonuçları öngörebilmeye olanak sağlayacak açıklıkta olan düzenlemelerin kanunilik ilkesini ihlal etmediğini ifade etmektedir (AİHM, 1983, par. 86-88).

Suç ve cezada kanunilik ilkesi gereğince aranan bu hususlar hem suçun tanımlanmasında hem de suçun karşılığında uygulanacak yaptırım açısından geçerli olmalıdır. Kabahatler hukukunda sıklıkla başvurulan çerçeve norm uygulaması ise kabahatler hukuku alanındaki kanunilik ilkesini, ceza hukuku alanındaki halinden farklılaştırmaktadır.

1. KABAHATLER HUKUKUNDA KANUNİLİK İLKESİNİN DÖNÜŞÜMÜ

Kanunilik, ceza hukuku bakımından TCK m. 2 hükmünde "*Kanunun açıkça suç saymadığı bir fiil için kimseye ceza verilemez ve güvenlik tedbiri uygulanamaz. Kanunda yazılı cezalardan ve güvenlik tedbirlerinden başka bir ceza ve güvenlik tedbirine hükmolunamaz*." düzenlemesi ile düzenlenmiştir. Bu düzenleme ile ceza hukukunda hem suçta hem de cezada kanunîlik ilkesinin uygulanacağı ifade edilmiştir. Bu bağlamda örf ve âdet kuralları ile suç ve ceza yaratılamayacak, ceza kanunlarının uygulanmasında kıyas yapılamayacak, idarenin düzenleyici işlemleriyle suç ve ceza yaratılamayacak ve nihayetinde ceza kanunları geçmişe yürümeyecektir (Özbek vd., 2024, s. 66).

Aynı zamanda bu ilke gereğince ceza normları belirli ve açık olmak zorundadır. Bu bakımdan suçu oluşturan davranışlar başta olmak üzere suçun unsurları, suç konusu eylemin işlenmesi nedeniyle hükmedilecek ceza ve bu cezayı ağırlaştıran veya hafifleştiren nedenler yasada açık bir biçimde belirtilmiş olmalıdır (Özbek vd., 2024, 69). Bu nedenle kanunilik ilkesi, kanun koyucunun cezasını belirlediği bir davranışın koşullarını -suçun oluşması için gereken eylemleri belirleme yetkisini- idareye bırakarak açık ceza normlarının veya başka bir ifadeyle beyaz hükümlerin oluşturulmasını da yasaklamaktadır (Özgenç, 2024, s. 124; Koca ve Üzülmez, 2024, s. 68). Nitekim daha öncesinde suç konusu fiili, yetkili makamlar tarafından infaz kurumuna veya tutukevine sokulması yasaklanmış bulunan eşya ile ilişkilendiren 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun m. 297/2 hükmünün kanunilik ilkesini ihlal ettiği savıyla yapılan somut norm denetiminde Anayasa Mahkemesi, idareye suça konu olabilecek eşyaları belirleme yetkisi tanınmasının belirli ve öngörülebilir olmadığı ve bu durumun suçun yasallığı ilkesiyle bağdaşmadığı kanaatiyle anılan düzenlemenin iptaline yönelik karar vermiştir (AYM, 2011).

Kabahatler Kanununda (KK) ise farklı bir düzenleme biçimi benimsenmiştir. Bu bağlamda KK 4. maddesinde "*Hangi fiillerin kabahat oluşturduğu, kanunda açıkça tanımlanabileceği gibi; kanunun kapsam ve koşulları bakımından belirlediği çerçeve hükmün içeriği, idarenin genel ve düzenleyici işlemleriyle de doldurulabilir. Kabahat karşılığı olan yaptırımların türü, süresi ve miktarı, ancak kanunla belirlenebilir."* düzenlemesi ile cezada kanunilik ilkesi bakımından ceza kanunundakiyle paralel bir düzenleme yapılsa da suçta kanunilik ilkesi bakımından farklı bir uygulama getirilmiştir.

Bu düzenleme ile kabahatler hukuku açısından beyaz hüküm uygulamasına imkân tanındığı ifade edilmektedir (Kaşka, 2013, s. 197; Özgenç, 2024, s. 140; Kula, 2019, s. 58). Ancak bu durumda da kişilerin, kabahatlerin hangi somut fiiller sonucunda oluştuğunun ve bu fiillere hangi hukuksal yaptırımların bağlandığının belirli bir açıklık ve öngörülebilirlik ile kanunda gösterilmesi gerekmektedir (AYM, 2024, par. 13).

Doktrindeki bir kısım görüşlerle (Kula, 2019, s. 58; Ekinci, 2017, s. 30; Onay, 2023, s. 131; Sözüer ve Yeniyetişme, 2023, s. 911) paralel bir şekilde Anayasa Mahkemesi de çerçeve norm uygulamasının pratik bir gerekliliğe dayandığını ifade etmektedir. Yüksek mahkemeye göre öncelikle suç konusu fiillerin, kabahat konusu fiillere göre hukuki değerleri daha yoğun bir biçimde ihlal etmeleri ve bunun karşılığında da özgürlüğü bağlayıcı cezalar gibi daha ağır yaptırımlara tabi olmaları cezai normların daha net çizgilerle belirtilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanında yasama organının, ağır işleyen yapısı göz önünde bulundurulduğunda uzmanlık gerektiren sektörlerdeki ekonomik ve teknolojik gelişmelerin hızına yetişemeyebilecek ve bu yapıyı korumakta zorlanabilecektir (AYM, 2024, par. 11-12).

Görüldüğü üzere kanunilik ilkesi kabahatler hukuku ile ceza hukuku alanında farklı bir görünüm şekline sahiptir. Bu nedenle de ceza hukuku açısından suç ve cezaların belirlenmesi hususunda şekli anlamda kanunun varlığını arayan, suçun unsurlarını, hafifletici veya ağırlaştırıcı nedenlerini ve ceza miktarının açık bir biçimde düzenlenmesini zorunlu kılan, başka bir deyişle açık ceza normlarını reddeden kanunilik ilkesi "katı kanunilik ilkesi"; kabahatler hukuku açısından şekli anlamda kanunun varlığını aramakla birlikte çerçevesi kanunla çizilen normların uygulama alanının idare tarafından belirlenmesine cevaz vererek açık ceza normlarının uygulanmasına olanak tanıyan kanunilik ilkesi ise "esnek kanunilik ilkesi" olarak adlandırılmıştır (Onay, 2023, s. 81-82; Dursun, 2018, s. 482).

2. ÇERÇEVE NORM UYGULAMASI VE MEVZUATIMIZDAKİ BAZI DÜZENLEMELERİN İNCELENMESİ

Esnek kanunilik ilkesinde; idarenin yeni bir kabahat normu oluşturması yasak olmakla birlikte kanun koyucunun oldukça geniş bir biçimde öngördüğü çerçeve normların içeriğini doldurmak hususunda idare yetkili kılınmaktadır. Bu yetkilendirme için olmazsa olmaz şart, kanun koyucu tarafından öngörülen bir çerçeve normun varlığıdır. Çerçeve normda, hangi konuda ve ne tür davranışların yasaklanmış olduğu asgari düzeyde ifade edilmeli ve kabahatin belirlenmesinde doğrudan yönetmelik gibi ikincil mevzuata aykırı davranış ölçüt olarak kullanılmamalıdır (AYM, 2017, Karşı Oy Gerekçesi H. T. Gökcan; Akbulut, 2021, s. 26; Onay, 2023, s. 134). Bu bakımdan çerçeve norm uygulaması; fiili genel hatlarıyla tanımlayan yasaklayıcı çerçeve, bu fiilin gerçekleştirilmesi neticesinde uygulanacak idari yaptırım ve nihayetinde bu normun içeriğini dolduran yönetmelik veya kurul kararı gibi ikincil genel düzenleyici işlemden oluşmaktadır. Bu noktada özellikle Cumhurbaşkanlığı Kararnamelerin yetkisini Anayasadan alan işlemler olduğu ve bu nedenle de kanunun içeriğini dolduran ikincil norm olarak kabul edilemeyeceği ve CBK'lar ile çerçeve normun içeriğinin doldurulamayacağı ifade edilmiştir. Bu nedenle de Cumhurbaşkanı çıkardığı yönetmelikler ile çerçeve normun içeriği doldurulabilecektir (Kiremitci, 2023, s. 233).

Ancak her idari yaptırım için öncesinde bu bağlamda bir çerçeve normun varlığı aranmamaktadır. Örneğin idari otoritelerin düzenleme ve yaptırım uygulama yetkisi bizzat kanunla düzenlenmiştir. Bu otoriteler de düzenlenen yetki alanı dışına çıkamayacağından bu tip düzenlemelerin doğası gereği "çerçeve kanun" niteliği taşıyacağı ve bu nedenle de yaptırım konusu fiiller açısından ek bir çerçeve kanuna ihtiyaç olmadığı ifade edilmiştir (Ekinci, 2017, s. 30).

Kanun koyucunun kabahatin unsurlarını açıkça belirlemek yerine kabahat oluşturabilecek davranışları genel hatlarıyla çerçeve norm biçiminde düzenlemesi, bu düzenlemenin içeriğinin somutlaştırılmasının ise idarenin düzenleyici işlemlerine bırakılması kanunilik ilkesi bakımından ciddi riskler barındırmaktadır. Doktrinde *Şirin,* AYM'nin çerçeve normların hukuka uygunluğuna yönelik yapacağı incelemelerde dokuz hususa dikkat etmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu hususlardan özellikle düzenlemenin teknik niteliği gereği idarenin işlemine yönelik atfın kaçınılmaz olması, düzenlemenin asli unsurlarının kanunda belirtilmiş olması, düzenlenen alanın dinamik olması nedeniyle hızla değişen şartlara ayak uydurma zorunluluğu, söz konusu ikincil atfın hukuki belirliliği ihlal etmeyerek ilgilileri tarafından

ulaşılabilir olması çerçeve normun uyması gereken koşulları ifade etmektedir (Şirin, 2025, s. 62).

Bu düzenleme biçimine uymayan normlar ise AY m. 7 hükmüne aykırı bir şekilde yasama yetkisinin fiilen devredildiği anlamına gelecek ve idarenin keyfi uygulamalarına yol açabilecektir. Nitekim mevzuatımızdaki düzenlemeleri incelediğimizde de birçoğunda çerçeve normun sınırlarını aşan bir şekilde yasama yetkisinin devrine yol açacak düzeyde düzenlemeler bulunduğunu görmekteyiz.

A. Kanunilik İlkesine Aykırı Düzenleme Örnekleri

2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu'nun 31. maddesinde, "*Bu Kanuna ve bu Kanunun uygulanmasına ilişkin yönetmeliklerde gösterilen koşullara uymayan belgeli yatırım, işletme ve deniz turizmi araçlarının belge sahiplerine, diğer mevzuattaki ceza hükümleri saklı kalmak kaydıyla, aşağıdaki maddelerde belirtilen cezalar uygulanır."* hükmü yer almaktadır.

6502 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun'un m. 77/18 hükmünde, "*Yukarıda belirtilenlerin dışında kalan ancak bu Kanunun getirdiği yükümlülükler ile Bakanlıkça yönetmelik veya tebliğle belirlenen tedbirlere uymayanlar hakkında bin Türk Lirasından elli bin Türk Lirasına kadar idari para cezası verilir."* denilerek kabahat belirleme yetkisi doğrudan Bakanlık'a bırakılmıştır.

5684 sayılı Sigortacılık Kanunu m. 34/2-j bendinde, *" Cumhurbaşkanı, Müsteşarlığın bağlı bulunduğu Bakanlık ve Müsteşarlık tarafından bu Kanuna göre alınan kararlara, çıkarılan yönetmelik ve tebliğlere ve yapılan diğer düzenlemelere uyulmaması halinde, bu Kanunda ayrıca öngörülmüş bir cezanın olmadığı hallerde bin Türk Lirasından onikibin Türk Lirasına kadar…"* denilerek, kabahat belirleme yetkisi idareye bırakılmıştır.

Bu örneklerde, kanun koyucu bir "çerçeve" çizmemiş, idarenin kabahat belirleme hususunda takdir yetkisini kullanmasına imkân tanımıştır. Bu tür düzenlemeler ise AY m. 7 hükmüne aykırı bir şekilde yasama yetkisinin fiilen devredildiği anlamına gelecek ve idarenin keyfi uygulamalarına yol açabilecektir.

B. Kanunilik İlkesi Açısından Olumlu Bir Değişiklik: Trafik Kanunu Örneği

Bu hususta olumlu bir gelişme olarak kanun koyucunun kanunilik ilkesine aykırı olan kabahatler açısından gerekli kanuni değişikliği yaptığı örnekler de bulunmaktadır. Örneğin 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'nun 48/4 maddesinde, daha önce *"yönetmelikte belirtilen miktarların üzerinde alkollü araç kullanan"* sürücülere ceza verileceği düzenlenmişti. Bu durum ise idarenin yönetmelik çıkarmak suretiyle alkol sınırı keyfi olarak değiştirebilmesi riskini barındırmaktaydı. Bu durumun kanunilik ilkesi ile bağdaşmadığını gören kanun koyucu

ise kanunda düzenleme yapma yoluna giderek 0.50 promilin üzerinde alkollü araç kullanan sürücülere idari yaptırım uygulanacağını düzenlemiştir.

C. Hukuka Uygun Çerçeve Norm Örneği: Çevre Kanunu

Olması gereken çerçeve norm uygulamasına başarılı bir örnek olarak Çevre Kanunu'nun ilgili hükümleri verilebilir. Bu alanda gerçekten de kanun koyucunun çerçeve norm uygulamasıyla amaçladığı gibi teknolojik gelişmeler oldukça hızlı bir şekilde yaşanmakta ve yasama organının bu hıza ayak uydurması mümkün görülmemektedir.

Çevre Kanunu'nun 1. Maddesinde çevrenin korunması amacı vurgulanmış, 8. Maddesinde kirletme yasağı ifade edilmiş, 11. Maddede işletmelere mevzuatta öngörülen şartlarda arıtma tesisi kurmakla yükümlü olunduğu belirtilmiş, nihayetinde de 20. ve 21. maddelerde de bu maddelerdeki yükümlülüğü yerine getirmeyenlere para cezası verileceği hüküm altına alınmıştır. Bu bakımdan çevreyi kirletmek fiili ve cezası kanunda açıktır, ancak arıtma tesisinin teknik özellikleri idarenin düzenleyici işlemlerine bırakılmıştır. Bu noktada idare yeni bir kabahat normu ihdas etmemekte, sadece kanunda ifade edilen arıtma tesisi kurma yükümlülüğüne ilişkin teknik şartları belirlemektedir.

Nitekim Danıştay kararına konu olan bir olayda da benzer doğrultuda kanaat bildirilmiştir. Dava konusu olayda Çevre Bakanlığınca çıkarılan Genelge ile arıtma tesisi bulunmayan otel, motel, yazlık site, tatil köyü, kampüs ve benzeri tesislerin en kısa sürede Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 32. maddesinde belirtilen deşarj standartlarını sağlayacak şekilde arıtma tesisi kurmaları gerektiği ifade edilmiştir. Kararda ise kurulan arıtma tesislerinin bu Genelgede belirtilen şartları taşımaması veya hiç kurulmaması nedeniyle ilgililere idari yaptırım uygulanmasının ise hukuka aykırı olmadığı ifade edilmiştir (Danıştay 3. Dairesi, 2004).

SONUÇ

Kanunilik ilkesi, suç ve cezaların ancak kanunla düzenlenebileceği anlamına gelen, hukuki öngörülebilirlik ve belirlilik ilkesine hizmet eden bir ilkedir. Bu ilke hem ceza hukuku alanında hem de kabahatler hukuku alanında gündeme gelmektedir. Kanunilik ilkesi, kabahatler hukukunda ceza hukukunda olduğu kadar sıkı uygulanmamaktadır. Zira bu alanda yasama organı, ağır işleyen yapısı nedeniyle ekonomik ve teknolojik gelişmelerin hızına yetişememekte ve bu yapıyı koruyabilecek gerekli kanuni düzenlemeleri yapamamaktadır. Bu bakımdan toplumsal yaşamı ilgilendiren ve teknik detaylar barındıran kabahatler hukuku alanında getirilen çerçeve norm uygulaması aslında pratik bir amaca hizmet etmektedir.

Kanunilik ilkesi, kabahatler hukuku bakımından yaşadığı bu dönüşüm neticesinde katı kanunilik ilkesinden ayrılmış ve esnek kanunilik ilkesi olarak adlandırılmıştır. Bu ilke

gereğince yasa koyucu tarafından düzenlenen çerçeve normda hangi konuda ve ne tür davranışların yasaklanmış olduğu asgari düzeyde ifade edilmelidir. Ancak mevzuatımızdaki birçok düzenleme aslında çerçeve norm niteliği taşımamakta ve uygulanan yaptırımlar kanunilik ilkesini ihlal etmektedir. Bu durumun örnekleri arasında Turizmi Teşvik Kanunu m. 31, Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun m. 77/18, Sigortacılık Kanunu m. 34/2-j hükümleri örnek verilebilir.

Hukuka uygun çerçeve normların nasıl olması gerektiği hususunda ise Çevre Kanunu'nun ilgili düzenlemeleri güzel bir örnektir. Bu bağlamda kanunda öncelikle kanunun amacı ifade edilmiş, daha sonrasında işletmelerin hangi yükümlülükleri bulunduğu ve bu yükümlülüklere aykırı davranışların hangi miktarda idari para cezası yaptırımlarına tabi kılındığı belirtilmiştir. Kanunda öngörülen arıtma cihazına ilişkin teknik şartlar ise Bakanlıkça çıkarılan düzenleyici işlemler aracılığıyla düzenlenmiş ve bu teknik şartlara uygun bir biçimde arıtma sistemlerinin kurulması amaçlanmıştır. Bu bakımdan kanun koyucu tarafından öngörülen çerçeve normun içeriği, idarenin düzenleyici işlemleriyle doldurulmuştur. Nitekim ideal olan da bu örnekte olduğu gibi kanun koyucu tarafından çizilen normun idarenin teknik uzmanlığı ile somutlaştırılmasıdır.

KAYNAKÇA

Akbulut, B. (2021). Kabahatler hukukunda kanunilik ilkesi ve Covid-19 nedeniyle alınan tedbirlere aykırılık. *Ceza Hukuku ve Kriminoloji Dergisi*, 9(1), 25–56.

Anayasa Mahkemesi. (2011, 7 Temmuz). *E. 2010/69, K. 2011/116*.

Anayasa Mahkemesi. (2013, 3 Ekim). *E. 2013/28, K. 2013/106*.

Anayasa Mahkemesi. (2017, 31 Mayıs). *E. 2017/103, K. 2017/108*.

Anayasa Mahkemesi. (2022, 6 Ocak). *Ayşe Ortak başvurusu* (Başvuru No: 2018/25011).

Anayasa Mahkemesi. (2024, 14 Mart). *E. 2023/140, K. 2024/81*.

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi. (1983, 25 Mart). *Silver ve diğerleri/Birleşik Krallık* (Başvuru No: 5947/72 vd.).

Danıştay 3. Dairesi. (2004). *E. 2003/569, K. 2004/215* (26.02.2004). Lexpera.

Dursun, H. (2018). Amerika Birleşik Devletlerinde İdari Suç ve Cezalarda Kanunilik İlkesinin Uygulanması. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi,* (33), 463-506.

Ekinci, M. (2017). Ceza hukuku ilkeleri açısından idari yaptırımlar. *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi*, 2(1), 19–54.

Kaşka, H. (2013). Kabahatlerin beyaz hüküm niteliğindeki normlarla düzenlenebilmesi meselesi (Kabahatler Kanunu madde 4/1 üzerine bir inceleme). *Süleyman Demirel Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 3(2), 168–249.

Kiremitci, O. (2023). İdari yaptırımlar ve idarenin yaptırım düzenleme yetkisi. *Ombudsman Akademik*, 9(18), 213–250.

Koca, M. ve Üzülmez, İ. (2024). *Türk ceza hukuku genel hükümler* (17. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Kula, A. (2019). Kabahatler Kanunu'nun genel hükümleri. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, 31(140), 43–70.

Onay, M. F. (2023). Kabahatler hukukunda kanunilik ilkesi. Adalet Yayınevi.
Özbek, V. Ö., Doğan, K., Meraklı, S., Bacaksız, P. ve Başbüyük, İ. (2024). *Türk ceza hukuku genel hükümler* (15. baskı). Seçkin Yayıncılık.
Özgenç, İ. (2024). *Türk ceza hukuku genel hükümler* (20. baskı). Seçkin Yayıncılık.
Sözüer, A. ve Yeniyetişme, Y. (2023). Cumhuriyetin 100. yılında kanunilik ilkesi bağlamında idarenin düzenleyici işlemleriyle suç ve ceza hukuku yaptırımı öngörme yasağı. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, *29*(2), 897-922
Şirin, T. (2025). Türkiye'de beyaza ceza normları: Karşılaştırmalı anayasa hukuku perspektifinden bir analiz. *Anayasa Yargısı*, *42*(1), 1–69.

MATEMATİKSEL ESTETİK VE BASKIRESİM: SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİMDE YARATICILIĞI DESTEKLEYEN BİR SINIF UYGULAMASI

Prof. Dr. Güldane ARAZ AY
Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Painting, 26470 Tepebaşı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-3615-2458

ÖZET

Çağdaş eğitim anlayışı, öğrencilerin güçlü yönlerini ortaya çıkaran, bu yönleri geliştiren ve sürdürülebilir bir yaşam için gerekli bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri bütüncül biçimde destekleyen program ve yöntemlerin geliştirilmesini gerektirir. Yaratıcılık hem çocuk gelişiminde hem de eğitim programlarında temel bir kazanım olarak yer almakta; bilimsel düşünme, problem çözme ve yenilikçi yaklaşımın ön koşulu olarak değerlendirilmektedir. Sınıf öğretmenlerinin baskıresim tekniğini kullanarak sanatsal yöntem farkındalığını artırmayı amaçlayan tamamlanmış bir üniversite destekli projeden hareketle hazırlanan makale, baskıresim uygulamalarını "sürdürülebilir eğitimde yaratıcılık" ve "matematiksel estetik" bağlamında yeniden tartışmayı hedeflemektedir. Çalışmayla sınıf ortamına uygun dönüştürülebilen araç-gereçler kullanılarak çocuk sağlığına ve güvenliğine duyarlı bir kağıt baskı yöntemi geliştirilmiştir. Böylece hem malzeme hem de süreç düzeyinde sürdürülebilir, düşük riskli ve tekrar edilebilir bir baskıresim modeli ortaya konmuştur. Araştırma kapsamında sınıf öğretmenlerine yönelik baskıresim çalıştayı düzenlenmiş; ön-son anketler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sınıf içi gözlemler ile yöntemin yaratıcılığı, soyutlama becerisini ve bilimsel düşünmeyi destekleme potansiyeli değerlendirilmiştir. Çalıştay sonrasında öğretmenlerin ilkokul öğrencileriyle yaptıkları uygulamalar gözlemlenmiş, öğrenci anketleri ile değerlendirilmiştir. Bulgular, baskıresim temelli etkinliklerin öğrencilerin merak, deneme-yanılma, örüntü fark etme ve görsel düzen kurma becerilerini geliştirdiğini; bunun da matematiksel estetiğe ilişkin erken farkındalıkların oluşmasına katkı sunduğunu göstermektedir. Bu çerçevede makalede, baskıresmin sürdürülebilir eğitim ve yaratıcılık ile ilişkisi açıklanmakta; matematiksel estetik odaklı bir sınıf baskıresim etkinliği örneği sunulmakta ve proje bulguları ışığında tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Baskıresim, Matematiksel Estetik, Yaratıcılık, Sürdürülebilir Eğitim, Görsel Sanatlar Dersi, Sınıf Öğretmenler

MATHEMATICAL AESTHETICS AND PRINTMAKING: A CLASSROOM PRACTICE SUPPORTING CREATIVITY IN SUSTAINABLE EDUCATION

ABSTRACT

Contemporary understanding of education requires the development of programs and methods that reveal students' strengths, enhance these aspects, and holistically support the cognitive, effective, and psychomotor skills necessary for a sustainable life. Creativity is considered a fundamental acquisition in both child development and educational curricula; it is evaluated as a prerequisite for scientific thinking, problem-solving, and innovative approaches. Prepared based on a completed university-supported project aimed at increasing classroom teachers' awareness of artistic methods using printmaking techniques, this article aims to re-examine printmaking practices within the context of "creativity in sustainable education" and "mathematical aesthetics."

Through this study, a paper printmaking method sensitive to child health and safety was developed using convertible tools and materials suitable for the classroom environment. Thus, a printmaking model that is sustainable, low-risk, and reproducible at both the material and process levels has been introduced. Within the scope of the research, a printmaking workshop was organized for classroom teachers; the method's potential to support creativity, abstraction skills, and scientific thinking was evaluated through pre- and post-surveys, semi-structured interviews, and in-class observations. Following the workshop, the applications implemented by the teachers with primary school students were observed and evaluated using student surveys.

The findings indicate that printmaking-based activities improve students' skills in curiosity, trial and error, pattern recognition, and establishing visual order, which contributes to the formation of early awareness regarding mathematical aesthetics. In this framework, the article explains the relationship between printmaking, sustainable education, and creativity; presents an example of a mathematical aesthetics-focused classroom printmaking activity; and discusses it considering the project findings.

Keywords: Printmaking, Mathematical Aesthetics, Creativity, Sustainable Education, Visual Arts Course, Classroom Teachers.

1. GIRIŞ

İngiliz fizikçi ve romancı C.P. Snow, 1959 yılında "İki Kültür" (The Two Cultures) konferansında, entelektüel yaşamın sanat (beşeri bilimler) ve bilim olarak iki kutba ayrıldığını ve bu kopukluğun medeniyetin ilerlemesinde büyük bir engel teşkil ettiğini savunmuştur (Snow,

1959). Eğitim sistemleri uzun yıllar bu ayrım üzerine kurgulanmış olduğunu ileri sürmektedir. Matematik "nesnel doğruların", sanat ise "öznel duyguların" alanı olarak etiketlenmiştir. Ancak 21. yüzyılın karmaşık problemleri ve çağdaş eğitim paradigmaları, bu sınırların geçirgen hale gelmesini zorunlu kılmaktadır.

Çağdaş eğitim paradigması ise bilgiyi yalnızca aktaran geleneksel modellerden hızla uzaklaşarak; öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini eş zamanlı geliştiren yapılandırmacı yaklaşımlara evrilmektedir. Bu dönüşüm sürecinde sürdürülebilirlik ve yaratıcılık, 21. yüzyıl becerilerinin merkezinde yer almaktadır.

Özellikle ilkokul düzeyinde, disiplinler arası geçişlerin (transdisipliner) sağlanması, öğrencinin dünyayı parçalanmış dersler bütünü olarak değil, birbirini tamamlayan bir sistem olarak algılamasına yardımcı olur. Bu bağlamda baskıresim (printmaking), teknik gereklilikleri itibarıyla bilimsel bir laboratuvar sürecini, görsel çıktıları itibarıyla da sanatsal ifadeyi barındıran disiplinlerarası (interdisciplinary) eşsiz bir kesişim noktasıdır. Bu bağlamda, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematiği bütünleştiren **STEAM** (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yaklaşımı, sanatın yaratıcı süreçlerini bilimsel sorgulama ile birleştirerek derinlemesine öğrenmeyi destekler (Yakman, 2008). Sanat, bu denklemde sadece bir "boş zaman etkinliği" değil, karmaşık kavramların somutlaştırılmasını sağlayan bir düşünme biçimidir.

2. SANATTA MATEMATİKSEL DÜŞÜNME VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MATERYAL KULLANIMI

Bu teorik çerçeve ışığında hazırlanan bu çalışma, sınıf öğretmenlerinin sanat eğitimi yetkinliklerini artırmayı hedefleyen üniversite destekli tamamlanmış bir projeden yola çıkmaktadır. Proje, baskıresim sanatını matematiksel düşünme ve sürdürülebilir materyal kullanımı ile birleştiren yenilikçi bir model sunmaktadır. Geleneksel baskıresim eğitimi genellikle yüksek maliyetli malzemeler ve sağlık açısından risk oluşturabilen kimyasallar gerektirmektedir. Ancak bu çalışmada önerilen model, "Sürdürülebilir Sanat Eğitimi" (Sustainable Art Education) ilkeleri doğrultusunda, atık malzemelerin estetik birer araca dönüştürülmesini hedefler (Inwood, 2010). Öğrencilerin atık kağıt, karton ve doğal boyalarla kendi baskı kalıplarını oluşturması, onlara sadece sanatsal bir beceri kazandırmakla kalmaz; aynı zamanda tüketim alışkanlıklarını sorgulatan ekolojik bir okuryazarlık da kazandırır.

2.1.Matematiksel Estetik Nedir?

Modelin en çarpıcı yönü ise "Matematiksel Estetik" (Mathematical Aesthetics) kavramıyla kurduğu ilişkidir. Matematik eğitimi genellikle soyut semboller ve formüllerle sınırlı kalırken,

baskıresim süreci matematiğin görsel ve dokunsal yönünü ortaya çıkarır. Sinclair'in (Sinclair, 2006) belirttiği gibi, matematikteki güzellik algısı; düzen, simetri ve örüntü arayışıyla doğrudan ilişkilidir. Bir öğrenci baskı kalıbını hazırlarken simetri eksenini hesaplar, kalıbı kağıda her bastığında oluşan tekrarla örüntü (pattern) bilgisini yapılandırır ve negatif-pozitif alan ilişkisini deneyimleyerek geometrik soyutlama yapar. Dolayısıyla baskıresim atölyesi, aslında renkli ve dokunsal bir geometri laboratuvarına dönüşür.

Sınıf öğretmenlerine yönelik geliştirilen bu model, öğretmenin sanatsal yetkinliğini artırırken, öğrenciye de "matematiği hissetme" ve "doğaya saygılı üretme" fırsatı sunar. Yaratıcılığın, sürdürülebilirliğin ve analitik düşünmenin iç içe geçtiği bu süreç, çağdaş eğitimin hedeflediği çok yönlü bireylerin yetişmesine somut bir katkı sağladığı gözlenmiştir.

2.2.Sanat ve Bilimin Kesişimi : Baskıresim Yöntemleri

Sanat ve bilim, dünyayı anlama ve açıklama çabasında farklı yöntemler kullansalar da süreçleri şaşırtıcı derecede benzerdir. Fizikçi Leonard Shlain, *Art & Physics* adlı eserinde, devrim niteliğindeki sanat akımları ile bilimsel keşiflerin tarihsel olarak eş zamanlı ilerlediğini; sanatçıların imgelerle, fizikçilerin ise formüllerle aynı gerçeği aradığını belirtir (Shlain, 1991). Baskıresim atölyesi, bu benzerliğin en somut gözlemlendiği yerdir. Bir baskıresim sanatçısı, tıpkı bir bilim insanı gibi hareket eder:

1. **Hipotez:** Sanatçı bir fikir veya taslak (tasarım) oluşturur.
2. **Deney:** Kalıbı hazırlar ve ilk deneme baskısını (proof) alır.
3. **Değişkenlerin Kontrolü:** Mürekkebin kıvamı, presten geçen basınç miktarı veya asit banyosunda bekleme süresi gibi değişkenleri kontrol eder.
4. **Analiz ve Sonuç:** Çıkan sonucu değerlendirir, hatayı düzeltir ve süreci tekrarlar (iterasyon).

Bu süreç, bilimsel metodolojinin sanatsal üretime uyarlanmış haline benzemektedir. Öğrenci bu teknikte sadece "resim yapmaz", aynı zamanda malzeme bilgisini, kimyasal reaksiyonları ve fiziksel kuvvetleri yöneten bir araştırmacı rolünü üstlenir. Bu bağlamda makale içinde hazırlanan sınıf içi uygulanabilir bir çalışma örneği, sınıf öğretmenlerinin sanat eğitimi yetkinliklerini artırmayı hedefleyerek, baskıresim sanatını matematiksel düşünme ve sürdürülebilir materyal kullanımı ile birleştiren yenilikçi bir model sunmayı amaçlamaktadır.

2.4.Matematiksel Estetik ve Baskıresim

Matematiksel estetik; düzen, simetri, sadelik, genellenebilirlik ve sürpriz gibi unsurların matematiksel nesneler veya süreçler üzerindeki algısını ifade etmektedir. Nathalie Sinclair

(2006), matematik eğitiminde estetiğin üç temel rolü olduğunu belirtir: Değerlendirme (bir çözümün "şık" olup olmadığına karar verme), Üretme (yeni fikirler arama) ve Anlamlandırma (karmaşık yapıları kavrama).

Sanat eğitiminde ise bu kavram, öğrencinin bir görsel kompozisyon oluştururken kullandığı mantıksal süreçlerle örtüşür. Öğrenci, kağıt üzerinde rastgele değil, belirli bir oran-orantı ve denge gözeterek hareket eder. Bu süreç, matematikçinin bir teoremi ispatlarken aradığı "zarafet" (elegance) ile sanatçının kompozisyonda aradığı "bütünlük" arasındaki köprüyü kurar. Matematikçi Henri Poincaré, matematiksel yaratıcılıkta "estetik duyarlılığın" bir elek görevi gördüğünü; matematikçinin sadece doğru olanı değil, aynı zamanda "güzel" ve "zarif" olan denklemi aradığını ifade etmiştir (Poincaré, 1914). Matematiksel estetik; simetri, örüntü, fraktal yapı ve sonsuzluk kavramlarını içermektedir.

Baskıresim, matematiksel estetiğin görselleştirilmesi için en uygun araçlardan biridir. Özellikle M.C. Escher'in çalışmaları, matematiğin (hiperbolik geometri, tessellation/düzlem kaplama) sanatla nasıl bütünleştiğinin kanıtıdır. Bir öğrenci baskıresim kalıbı hazırlarken matematiksel disiplinleri aktif olarak kullanmaktadır. Ayrıca belirtmek gerekir ki baskıresim, doğası gereği diğer resim tekniklerinden (yağlı boya veya sulu boya gibi) ayrılır. Çünkü baskıresim, dolaylı bir tekniktir ve süreç odaklıdır. Bu süreç, temel matematiksel ve algoritmik düşünme becerilerini aşağıdaki aşamalarda görüleceği üzere zorunlu kılmaktadır:

1. **Yansıma (Reflection) ve Simetri:** Baskıresmin en temel kuralı, kalıp (matris) üzerine işlenen görüntünün kağıda ters (ayna görüntüsü) olarak geçmesidir. Öğrenci kalıbı hazırlarken zihinsel rotasyon yapmak zorundadır. Bu, geometrideki "yansıma simetrisi" kavramının en somut uygulamasıdır. Öğrenci, "Sağdaki figür baskıda sola geçecek" düşüncesiyle, koordinat düzlemine göre yansıma mantığını içselleştirir.

2. **Örüntü ve Döşeme (Tessellation):** Baskıresim, çoğaltılabilirlik üzerine kuruludur. Bir kalıbın yan yana, alt alta veya belirli bir açıyla döndürülerek (rotasyon) basılması, yüzey üzerinde ritmik örüntüler oluşturur. M.C. Escher'in çalışmaları bu alanın en bilinen örnekleridir (Schattschneider, 2010). Öğrenciler, tek bir birimden yola çıkarak sonsuz bir düzlemi nasıl kaplayabileceklerini keşfederler. Bu süreç, matematikteki "düzlem kaplama" (tiling) problemleriyle doğrudan ilişkilidir.

3. **Negatif ve Pozitif Alan:** Yüksek baskı tekniklerinde (linol veya patates/karton baskı), oyulan kısımlar (negatif) boya almazken, yüksekte kalan kısımlar (pozitif) baskıyı oluşturur. Bu ikili (binary) mantık, bilgisayar bilimlerinin temeli olan 0 ve 1 mantığına veya matematikteki kümeler teorisine (bir küme ve tümleyeni) benzetilebilir.

Sınıf içi uygulamalarda, özellikle atık malzemelerin (sürdürülebilir materyallerin) kullanıldığı baskıresim etkinlikleri, öğrencilere "sınırlılıklar içinde yaratıcılık" (constraint-based creativity) fırsatı sunar. Atık bir karton parçasını geometrik bir kalıba dönüştürmek, öğrencinin malzeme bilgisi ile şekil algısını birleştirir.

2.5.Sürdürülebilir Eğitim ve Baskıresim Sanatının Ekolojik Boyutu

Sanat eğitimi, genellikle pahalı veya kimyasal içerikli malzemelerle (tiner, sentetik boyalar vb.) ilişkilendirilir. Ancak "Sürdürülebilir Sanat Eğitimi" (Sustainable Art Education), hem çevresel farkındalığı artırmayı hem de sınıf ortamında güvenliği sağlamayı amaçlar (Inwood, 2010).

Söz konusu projede geliştirilen *Kağıt Baskı Yöntemi,* geleneksel baskıresmin (linol, gravür vb.) gerektirdiği kesici aletler ve toksik çözücüler yerine; geri dönüştürülebilir, öğrenci sağlığına zararsız ve kolay erişilebilir materyalleri merkeze almaktadır. Bu yaklaşım, sadece "ekonomik" bir tercih değil, aynı zamanda öğrenciye "atık" kavramını sorgulatan ve malzemenin dönüştürüle bilirliğini gösteren pedagojik bir duruştur. Düşük riskli ve tekrar edilebilir bu model, öğretmenlerin kaygılarını azaltarak sanatsal etkinlikleri matematik ve fen derslerine entegre etmelerini kolaylaştırmaktadır.

Araştırma kapsamında, sınıf öğretmenlerine yönelik düzenlenen çalıştaylar kritik bir öneme sahiptir. Sanat eğitimi altyapısı sınırlı olan sınıf öğretmenleri, bu çalıştaylar sayesinde baskıresmi bir "araç" olarak kullanmayı öğrenmişlerdir.

3.SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİMDE YARATICILIĞI DESTEKLEYEN BİR SINIF UYGULAMASI: "Minik Eller Büyük Yürekler: Sanatla Türk Bayrağına Saygı"

3.1. Erken Çocuklukta Soyut Kavramların Somutlaştırılması

Erken çocukluk dönemi, Jean Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre "işlem öncesi dönem" ile "somut işlemler dönemi" arasındaki kritik geçişi kapsar. Bu evrede çocuklar, vatan sevgisi gibi soyut değerleri veya geometrik formlar gibi matematiksel kavramları, ancak somut deneyimler ve manipülatif materyaller aracılığıyla içselleştirebilirler (Piaget, 1952). Sanat eğitimi, özellikle de dokunsal (tactic) yapısı güçlü olan **baskıresim**, bu soyut kavramların "görünür" ve "dokunulur" hale gelmesinde eşsiz bir araçtır.

Bu bağlamda, Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Resim Bölümü bünyesinde gerçekleştirilen *"Minik Eller Büyük Yürekler: Sanatla Türk Bayrağına Saygı"* sınıf içi uygulaması, teorik bilginin saha uygulamasına dönüştüğü önemli bir örneklem teşkil etmektedir. Bu vaka analizi, baskıresim tekniğinin; matematiksel estetik (geometri), kültürel bellek (bayrak simgesi) ve psikomotor becerileri nasıl sentezlediğini ortaya koymaktadır.(Görsel1)



Görsel.1. Güldane Araz Ay, Türk Bayrağı Baskıresim Uygulaması, 2023.

3.2.Metodolojik Altyapı: Üniversite ve Okul İş Birliği

Söz konusu çalışma, 13 Nisan 2023 tarihinde, Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Resim Bölümü Resim Atölyesi'nde, Prof. Güldane Araz Ay yürütücülüğünde gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin metodolojik zemini, yürütücünün daha önceki Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında geliştirdiği ve TÜBİTAK 4007 ve 4005 projelerinde Atölye lideri olarak uygulamalı olarak test ettiği **özgün baskıresim tekniğine** dayanmaktadır. (Görsel 2)



Görsel.2. Güldane Araz Ay, Baskıresim Uygulamasında Sınıf ve Malzemeler, 2023.

Bu teknik, geleneksel baskıresmin çocuklar için risk oluşturan (kesici alet kullanımı, toksik kimyasallar vb.) yönlerini elimine eden; bunun yerine çocuğun güvenle deneyimleyebileceği, sürdürülebilir ve ergonomik bir süreç sunan yenilikçi bir yaklaşımdır. Eskişehir Tepebaşı Barbaros Anaokulu öğrencilerinin katılımıyla gerçekleşen bu uygulama, üniversite ile temel eğitim kurumları arasındaki iş birliğinin, "laboratuvar ortamından sınıf ortamına" bilgi transferini nasıl sağladığını göstermesi açısından değerlidir.

3.3.Uygulama Süreci: Geometri ve Sembolün Buluşması

Türk Bayrağı, yapısal olarak matematiksel bir kesinliğe dayanır. Hilal ve yıldızın oluşumu, dairelerin (çemberlerin) birbirini kesmesi ve belirli oranlarla konumlanmasıyla (Altın Oran ve geometrik nizam) mümkündür. Anaokulu seviyesindeki bir öğrenci için bu matematiksel oranları formüle etmek imkansız olsa da; baskıresim yoluyla bu formları inşa etmek, *"Matematiksel Estetik"* farkındalığının temelini atar.

Atölye çalışmasında öğrenciler, Prof. Araz Ay'ın geliştirdiği teknikle şu aşamaları deneyimlemişlerdir:

Form Algısı: Hazır kalıplar veya oluşturulan dokular aracılığıyla "daire" (hilal için) ve "yıldız" formlarının fiziksel sınırlarını tanıma.

Negatif-Pozitif Alan İlişkisi: Kırmızı zemin üzerine beyaz formların yerleşimi, görsel sanatlardaki "zemin-figür" (ground-figure) ilişkisini ve matematikteki mantıksal kümeleme (içinde-dışında) kavramını öğretir.

Renk Matematiği: Kırmızı ve beyazın kontrast kullanımı, görsel algıdaki netliği artırarak çocuğun odaklanma süresini uzatır.



Görsel.3. Güldane Araz Ay, Baskıresim Uygulamasında Sınıf Ortamı, 2023.

3.4. Bulgular ve Tartışma: Sanat Terapisi ve Bilişsel Edinimler

Yabancı literatürde "Arts Integration" (Sanat Entegrasyonu) olarak geçen bu model (Burnaford et al., 2007), Türkiye'deki sınıf öğretmeni müfredatlarına uyarlandığında; hem malzeme sıkıntısını çözen sürdürülebilir bir yol sunmakta hem de matematiği soyut bir korku nesnesi olmaktan çıkarıp estetik bir deneyime dönüştürmektedir. (Görsel 3)

Raporda belirtilen "sanat terapisi" boyutu, çocuğun kendini ifade etme özgürlüğü ile doğrudan ilişkilidir. Ancak bu süreç aynı zamanda bilişsel bir yapılanmadır. Vygotsky'nin "Oyun ve Sanat" üzerine görüşlerine paralel olarak, çocuklar bayrağı resmederken sadece bir kumaş parçasını değil, "ait olma" duygusunu da inşa etmişlerdir (Vygotsky, 1978).

Uygulama sonucunda (Görsel 4) elde edilen edinimler şunlardır:

Psikomotor Gelişim: Baskı aracını tutma, boyayı yayma ve basınç uygulama, ince motor becerilerini desteklemiştir.

Duyuşsal Farkındalık: Öğrencilerin vatan sevgisi gibi soyut bir kavramı, kendi emekleriyle ürettikleri somut bir ürünle (baskı) özdeşleştirmeleri sağlanmıştır.

Estetik Deneyim: Öğrenciler, "güzel" olanı üretmenin hazzını yaşarken, aynı zamanda Türk bayrağındaki geometrik düzenin estetiğini (matematiksel güzelliği) farkında olmadan deneyimlemişlerdir.



Görsel.4. Güldane Araz Ay Baskıresim Uygulamasında Eserler ve Sonuç,2023.

SONUÇ

"Minik Eller Büyük Yürekler" projesi, baskıresmin disiplinlerarası gücünü kanıtlayan somut bir çıktıdır. Matematiksel formların (hilal ve yıldız) estetik bir kompozisyona dönüştüğü,

bilimsel bir metodolojinin (üniversite destekli proje tekniği) pedagojik bir araca evrildiği bu süreç; çocuklarda hem ulusal değerlere yönelik bilinci hem de sanatsal yaratıcılığı eş zamanlı olarak beslemiştir. Prof. Güldane Araz Ay'ın liderliğindeki bu çalışma, sanatın bir "boş zaman etkinliği" değil; bilişsel, duygusal ve sosyal gelişimi destekleyen yapılandırılmış bir eğitim modeli olduğunu ortaya koymaktadır.

Sanat ve bilim birbirinden ayrı alanlar olmaktan çok, insan zihninin yaratıcı potansiyelini ortaya çıkaran birbirini tamamlayıcı disiplinler olduğunu ortaya koymaktadır. Baskıresim, teknik yapısı gereği bilimsel prosedürleri (deney, gözlem, analiz) ve estetik yapısı gereği matematiksel ilkeleri (simetri, oran, ritim) bünyesinde barındırır. Bu iki disiplinin eğitim ortamında bilinçli bir şekilde birleştirilmesi, öğrencilerin hem analitik hem de yaratıcı düşünme becerilerini eş zamanlı olarak geliştirmelerine olanak tanıdığı görülmektedir.

Elde edilen bulgular, baskıresim temelli etkinliklerin, öğrencilerin merak duygusunu tetiklediğini ve "hata yapma korkusunu" azalttığını göstermektedir. Baskıresimde sonucun sürprizlere açık olması, öğrencinin esnek düşünme becerisini destekler.

Bu çalışma, sanatın bilimsel ve matematiksel düşünceyi besleyen temel bir disiplin olduğunu ve baskıresim, matematiksel kavramları somutlaştıran güçlü bir araç olduğunu göstermiştir.

Baskıresim, teknik gereklilikleri nedeniyle matematiksel disiplini, görsel sonuçları nedeniyle de sanatsal estetiği bünyesinde barındıran eşsiz bir araçtır. Eğitimde bu iki disiplinin bütünleştirilmesi, öğrencilerin analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini eş zamanlı geliştirmelerine olanak tanır.

Sürdürülebilir malzemelerle desteklenen bu yaklaşım, hem ekolojik bilinci hem de matematiksel estetik algısını güçlendirerek, dünyayı bütüncül kavrayan bireylerin yetişmesine katkı sağlar. Sürdürülebilir malzemeler ile uygulanan bu çalışma eğitimde fırsat eşitliği sağlar.

Bu çalışma tekrar göstermiştir ki sanat, bilimsel düşünmenin ön koşulu olan "gözlem ve tasarım" becerisini her yaş grubunda geliştirmektedir.

KAYNAKÇA

Araz Ay, G. (2023). *Minik Eller Büyük Yürekler: Sanatla Türk Bayrağına Saygı Proje Raporu*. Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi.

Burnaford, G., Brown, S., & Doherty, J. (2007). *Arts integration frameworks, research, and practice: A literature review*. Arts Education Partnership.

Inwood, H. J. (2010). Creating eco-art education in elementary schools. *International Journal of Education & the Arts*, 11(2).

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Poincaré, H. (1914). *Science and method*. (F. Maitland, Trans.). Thomas Nelson and Sons.

Schattschneider, D. (2010). *M.C. Escher: Visions of symmetry*. Harry N. Abrams.

Shlain, L. (1991). *Art & physics: Parallel visions in space, time, and light*. William Morrow & Company.

Sinclair, N. (2006). *Mathematics and beauty: Aesthetic approaches to teaching children*. Teachers College Press.
Snow, C. P. (1959). *The two cultures and the scientific revolution*. Cambridge University Press.
Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference*. Salt Lake City, Utah.
Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

ÇAĞDAŞ TÜRK RESMİNDE KİMLİK ARAYIŞININ YEREL MOTİFLERLE İNŞASI

Prof. Dr. Güldane ARAZ AY
Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Painting, 26470 Tepebaşı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-3615-2458

ÖZET

Türkiye Cumhuriyeti'nin ikinci yüzyılına girerken Türk resim sanatı, Batı etkisi ile gelen yeniliklerin yanı sıra yerel kültürel mirasın da sanatçılar tarafından yeniden değerlendirilmesiyle şekillenmiştir. Özellikle yerel kimlik arayışı, 20. yüzyıl ortalarından itibaren ressamları geleneksel motifleri eserlerine taşımaya yöneltmiştir. Çağdaş Türk resim sanatında yerel motiflerin ele alınışı, basit bir nostaljik öykünmeden ziyade yaratıcı bir dönüşüm ve sentez süreci olarak karşımıza çıkmaktadır. Halı ve kilim desenlerinin soyut kompozisyonlara ilham vermesi, minyatür ve hat sanatının modern tuvallerde yeniden hayat bulması, mitolojik öğelerin güncel anlatılara dönüşmesi, bu yaratıcı sürecin parçalarıdır. Bu sayede Türk ressamları, yerli ile evrensel, geleneksel ile modern arasındaki ilişkiyi eserlerinde görünür kılmış ve Türkiye'ye özgü bir görsel dil oluşturmayı başarmıştır. Geçmişin mirası, bugün üretilen sanat eserlerinde sadece estetik bir unsur değil, aynı zamanda bir kimlik bileşeni haline gelmiştir. Halil Akdeniz'in eserlerinde Anadolu medeniyetlerinin sembollerini araştırıp resimlerine taşıyarak kimlik inşasına katkı sunmuşlardır. Akdeniz'in "Anadolu Medeniyetleri" serilerinde Hitit güneş kursu, antik hiyeroglifler, Orhun yazıtları gibi simgeler çağdaş soyut bir estetik içinde kolajlanır. Bu tür eserler, Anadolu topraklarının geçmiş uygarlıklarına atıf yaparak modern Türk toplumunun çok katmanlı kimliğini vurgular. Aynı şekilde Bedri Rahmi Eyüboğlu, Adnan Çoker, Mehmet Güleryüz ve Nuri İyem gibi ressamlar da Anadolu insanını ve kültürünü resmettikleri figüratif eserlerinde, yerel kimliğin görsel tarihini oluşturmuşlardır. İyem'in ünlü "Anadolu Kadınları" portreleri ya da Güleryüz'ün toplumsal eleştiri yüklü köy sahneleri, motif düzeyinde olmasa bile tema düzeyinde yerel unsurların modern tuvale yansıması olarak değerlendirilebilir. Kimlik arayışının hala güncel olduğu günümüzde, genç sanatçılar da dijital medya ve yeni tekniklerle geleneksel motifleri işlemeye devam etmektedir. Bu dinamik süreklilik, Türk resim sanatının köklü mirasını korurken yenilikçi kalabilmesine olanak tanır. Sonuç olarak, yerel motiflerin çağdaş estetikle buluştuğu bu sanat pratiği, Türkiye'nin kültürel kimliğinin görsel bir hafızasını oluşturmakta ve dünya sanat sahnesine özgün bir ses kazandırmaktadır. Bu olgu, akademik yayınlardan sergi kataloglarına pek çok kaynakta vurgulandığı üzere, çağdaş Türk resminde kimlik inşasının vazgeçilmez bir damarı olarak önemini korumaktadır.

Anahtar Kelimeler : Kültür, Türk Resmi, Motif, Halil Akdeniz,Nuri İyem,Adnan Çoker

THE CONSTRUCTION OF IDENTITY IN CONTEMPORARY TURKISH PAINTING THROUGH LOCAL ORNAMENTS

ABSTRACT

As the Republic of Turkey enters its second century, Turkish painting has been shaped not only by innovations brought through Western influence but also by a re-evaluation of the local cultural heritage by artists. Particularly, the quest for a local identity has led painters, starting from the mid-20th century, to incorporate traditional motifs into their works. In contemporary Turkish painting, the treatment of local motifs emerges not as a mere nostalgic mimicry but as a process of creative transformation and synthesis. The inspiration of abstract compositions by carpet and kilim patterns, the revival of miniature and calligraphic art on modern canvases, and the transformation of mythological elements into contemporary narratives are all parts of this creative process. In doing so, Turkish painters have made visible the relationship between the local and the universal, the traditional and the modern in their works, succeeding in establishing a visual language unique to Turkey. The heritage of the past has become not only an aesthetic element in the art produced today but also a component of identity. In his works, Halil Akdeniz has contributed to the construction of identity by exploring symbols of Anatolian civilizations and incorporating them into his paintings. In Akdeniz's "Anatolian Civilizations" series, symbols such as the Hittite sun disk, ancient hieroglyphs, and the Orhun inscriptions are collaged within a contemporary abstract aesthetic. Such works emphasize the multilayered identity of modern Turkish society by making reference to the civilizations of Anatolian soil. Similarly, painters like Bedri Rahmi Eyüboğlu, Adnan Çoker, Mehmet Güleryüz, and Nuri İyem have created a visual history of local identity in their figurative works that depict Anatolian people and culture. For instance, Iyem's renowned portraits in "Anatolian Women" or Güleryüz's socially critical depictions of village scenes can be seen as reflections of local elements on a modern canvas, even if not at the level of motifs, at least on a thematic level. Even today, when the search for identity remains current, young artists continue to work with traditional motifs using digital media and new techniques. This dynamic continuity allows Turkish painting to remain innovative while preserving its deep-rooted heritage. In conclusion, this artistic practice—where local motifs meet contemporary aesthetics—not only creates a visual memory of Turkey's cultural identity but also gives the world art stage a unique voice. As many sources from academic publications to exhibition catalogs have emphasized, this phenomenon continues to play an indispensable role in the construction of identity in contemporary Turkish painting

Keywords : Ornaments, Turkish painting, culture, Halil Akdeniz, Nuri Iyem, Adnan Coker

1. GİRİŞ

Türk resim sanatı tarihine baktığımızda, Batılılaşma hareketleri ile yerel kültürel mirasın korunması ikilemi arasında kendine özgü bir yol aradığı görülmektedir. Bu bağlamda Türk resim sanatında kimlik arayışı ve yerel motiflerin inşası sürecini anlayabilmek için, öncelikle kuramsal temellerine ve Cumhuriyet öncesinden günümüze uzanan gruplaşma hareketlerine tarihsel bir perspektiften bakmak gerekmektedir.

Türk resim sanatında batı estetiğiyle ilk karşılaşma, Osmanlı İmparatorluğu'nun gerileme döneminde Batı'nın askeri ve teknik üstünlüğünü yakalama çabaları, eğitim sisteminde köklü değişiklikleri zorunlu hale geldiği döneme denk gelmektedir.

III. Selim, 1795 yılında *Mühendishane-i Berr-i Hümâyun'nun* bu sorunlara çözüm niteliğinde kurulmasını sağlamıştır. Bu okulda yetenekli öğrencilerin yut dışında eğitim almaya yollanması ve döndüklerinde ise harita çizimi ve arazi topografyasını kâğıda aktarabilmeleri amacıyla "resim" derslerinde öğrencilere bilgilerini aktarmaları önemli aşamalardır. Böylece Batı resim yaklaşımındaki *doğrusal perspektif (linear perspective) ve ışık-gölge* teknikleri müfredata girmişti. Başlangıçta teknik bir zorunluluk olan bu dersler, zamanla öğrencilerin doğayı gözlemleme ve manzara resmi yapma (peyzaj) gibi süreçlerle batılı anlayışta resim uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Ayrıca yurt dışına giden bu resim yeteneği olan sanatçılar *Asker Ressamlar* olarak nitelenmektedir.

Sezer Tansuğ, *Çağdaş Türk Sanatı* eserinde, Mühendishane kaynaklı bu ilk asker ressamların resimlerini, fotografik bir gerçekçilikten ziyade, doğanın sadık ve naif bir kopyası olarak tanımlamaktadır (Tansuğ, 1986). Sanayi-i Nefise Mektebi kurulana dek geçen sürede, Mühendishane-i Berr-i Hümâyun ve sonrasında Mekteb-i Harbiye kökenli ressamlar, Batı resim sanatına yaklaşan anlayışın, ilk örneklerini oluşturmaktadır.

Batılı resim anlayışındaki perspektifin Türk resim sanatına girmesi bir anlamada köklerinden kopmanın da işaretiydi. Zira, batılı anlamda derinlik oluşturmaktan özellikle uzak kalan ve belgeleme amaçlı üretilen minyatürler(nakış) Doğu ve Anadolu felsefesiyle, teolojik köklerinin görünümleriydi. Batılı resimlemeye yaklaşan Türk resim sanatı da elbette geleneksel sanatından da kopuyordu.

1883 yılında *Sanayi-i Nefise Mektebi'nin* (bugünkü Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi) Osman Hamdi Bey tarafından kurulmasıyla batılı sanat ve resim anlayışı kurumsal bir kimliğe bürünüyordu. Kurtuluş savaşı sonrası Cumhuriyet'in ilanıyla birlikte sanat, yeni devletin modernleşme projesinin en önemli bir yer tutmaktadır.

1900'lerde Avrupa'da sanat çok hızlıydı. Birbiri ardına yenilikçi sanat anlayışları ve izmler yaşanıyordu. Yurt dışında sanat eğitimleri devam ederken gittikleri dönem sanat anlayışından etkilenerek gelen sanatçılar o anlayışta eser üretmeye devam ediyordu. Kendinden sonra giden ekipte yer alanlar da yeni bir anlayış ve de akıma denk geldiklerinden, döndüklerinde bir önceki sanatçılara nazaran yenilikçi olarak adlandırılıyorlardı. Bu durum kendi sanat yaklaşımlarına yakın sanatçıların sanat grupları oluşturmalarına yol açmaktaydı. Örneğin 1914 Kuşağı (Çallı Kuşağı) olarak bilinen sanatçılar, İzlenimci etkilerle resimler yapıyorlardı. Kendilerinden sonra gidip dönenler kübist anlayışa yakın olmuşlardı. Bu bağlamda 1929 yılında *kurulan Müstakil Ressamlar ve Heykeltıraşlar Birliği*; Refik Epikman, Cevat Dereli ve Şeref Akdik gibi isimlerin öncülük ettiği İzlenimciliğin renkçi ve atmosferik yaklaşımına karşı, çizginin ve formun sağlamlığına dayalı, inşacı (konstrüktif) bir estetiği savunmuşlardır.

Sezer Tansuğ'un *Çağdaş Türk Sanatı* kitabında vurguladığı gibi; Müstakiller, Türk resmine desen disiplinini ve kompozisyon sağlamlığını getirerek, sadece doğayı kopyalayan değil, onu yorumlayan bir sanat anlayışının kapılarını aralamışlardır (Tansuğ, 1986). Bu grup, sanatçının bireysel üslubunu özgürce ortaya koymasını savunarak, sonraki dönemlerde gelişecek olan kimlik tartışmalarına zemin hazırlamışlardı.

1933 yılına gelindiğinde, Türk resim tarihinde entelektüel derinliği ve kuramsal altyapısıyla dikkat çeken D Grubu sahneye çıkmıştır. Nurullah Berk, Abidin Dino, Zeki Faik İzer, Elif Naci, Cemal Tollu ve Zühtü Müridoğlu tarafından kurulan grup, Kübizm ve Konstrüktivizm gibi akımların analizci yöntemlerini benimseyerek, Türk resmine düşünsel bir boyut kazandırmışlardır (Berk & Turani, 1981). D Grubu, sadece Batı formlarını taklit etmekle kalmamış, aynı zamanda "Türk resmi nasıl olmalı?" sorusunu da güçlü bir şekilde gündeme getirmiştir. Özellikle grubun üyelerinden Cemal Tollu'nun Hitit ve Anadolu formlarına ilgisi ve Turgut Zaim'in folklorik öğeleri stilize ederek kullanması, yerel motiflerin modern resim içinde nasıl bir kimlik öğesine dönüşebileceğinin ilk sinyallerini vermiştir.

Ancak, yerel motiflerin ve Anadolu kültürünün Türk resmine sistematik ve bilinçli bir "kimlik inşası" aracı olarak girmesi, 1938-1943 yılları arasında düzenlenen devletin sanat politikasının önemli bir ayağını temsil eden "Yurt Gezileri" ile sanatçıların halkın arasında resim yaparak sergiler açtığı süreci barındırmaktadır. Devlet desteğiyle Anadolu'nun çeşitli illerine gönderilen sanatçılar, İstanbul dışındaki yaşamı, renkleri ve formları gözlemleme şansı bulmuşlardır. Bu süreç, ressamların paletini ve konu seçimlerini etkilemiştir.

Ayla Ersoy'un *1950'den 2000'e Günümüz Türk Resim Sanatı* eserinde ifade ettiği gibi, bu dönemde toplumsal gerçekçilik ve yerellik, estetik bir kaygı olmanın ötesinde bir memleket meselesi olarak ele alınmıştır (Ersoy, 1998). Bu birikimin en somut ve bu çalışmanın da odak

noktasına en yakın örneği, Bedri Rahmi Eyüboğlu'nun atölyesinde yetişen öğrencilerin 1947 yılında kurduğu *Onlar Grubu'dur*. Bu grup, Batı'nın tekniği ile Anadolu'nun ruhunu birleştirme (sentez) amacı gütmüşlerdir. Grup üyeleri, halı, kilim, yazma desenleri ve minyatür gibi geleneksel Türk el sanatlarının görsel dilini, modern resmin soyutlama teknikleriyle harmanlamışlardır. Turan Erol ve Günsel Renda'nın belirttiği gibi; Onlar Grubu, bir kilim motifindeki soyutlamacı yaklaşım, modern Batı resmindeki soyutlamadan farksız olduğunu savunarak, yerel motifleri evrensel bir sanat diline dönüştürmüşlerdir(Renda & Erol, 1981). Bu yaklaşım bir bakıma Wilhelm Worringer'in "soyutlama dürtüsü" kavramıyla da örtüşmektedir; sanatçı doğanın karmaşasından kaçarak geometrik ve stilize formlarda huzur bulmaktaydı(Worringer, 1985). İşte tam bu noktada Türk resminde kimlik inşasını tam olarak kavrayabilmek için, bu sentezin zeminini oluşturan Doğu ve Batı sanat felsefelerinin çatışması ve karşılaşmasını teorik bir düzlemde ele almak gerekir.

1. KÜLTÜR VE KİMLİK ARAYIŞI BAĞLAMINDA DOĞU-BATI SANAT YAKLAŞIMLARI

Sanat, bir toplumun dünyayı algılama biçiminin, inanç sisteminin ve kültürel kodlarının görsel bir tezahürüdür. Türk resim sanatında kimlik sorunsalı irdelenirken, öncelikle sanat kavramının Doğu ve Batı medeniyetlerinde nasıl tanımlandığı ve bu iki farklı ontolojik yaklaşımın Türkiye'deki modernleşme sürecinde nasıl bir gerilim yarattığı anlaşılmalıdır. Bozkurt Güvenç, *İnsan ve Kültür* adlı eserinde kültürü; insanın doğaya karşı yarattığı, öğrendiği ve aktardığı maddi ve manevi değerlerin bütünü olarak tanımlar (Güvenç, 2005). Bu tanım ışığında, Türk ressamının kimlik arayışı, Batı'nın "tekniği" ile Doğu'nun "manevi değerleri" arasında bir denge kurma çabası olarak okunabilir.

Batı sanat geleneği, Rönesans'tan itibaren büyük ölçüde "Mimesis" (doğayı taklit) ve akılcı bir perspektif anlayışı üzerine kurulmuştur. Bu yaklaşımda sanatçı, dış dünyayı gözlemler ve onu bilimsel bir kesinlikle (ışık-gölge, anatomi, derinlik) tuvale aktarır. Suut Kemal Yetkin'in *Estetik Doktrinler* kitabında belirttiği üzere, Batı estetiğinde güzel olan, doğaya uygunluk ve oran-orantı ile ilişkilendirilir (Yetkin, 1972). Buna karşılık Doğu sanat geleneği ve İslam estetiği, görünen dünyayı olduğu gibi kopyalamaktan kaçınır. Doğu sanatında amaç, nesnenin dış görünüşünü değil, özünü ve tinsel anlamını yansıtmaktır. Bu nedenle Doğu sanatı; stilizasyona, düz yüzey algısına (perspektifsizliğe) ve süslemeye (ornament) dayalı, daha soyutlayıcı bir dil geliştirmiştir.

Bu iki zıt kutup arasındaki ilişkiyi anlamlandırmak için Wilhelm Worringer'in *Soyutlama ve Özdeşleyim* kuramı kritik bir önem taşır. Worringer'e göre sanat yaratma dürtüsü ikiye ayrılır: "Özdeşleyim" (Einfühlung) ve "Soyutlama" (Abstraktion). Batı sanatı, insan ve doğa arasındaki

güven ilişkisine dayanan özdeşleyim dürtüsüyle natüralist bir yol izlerken; Doğu sanatı, dış dünyanın karmaşası ve değişkenliği karşısında duyduğu tinsel kaygı nedeniyle soyutlamaya yönelir (Worringer, 1985). İsmail Tunalı'nın Worringer üzerine analizlerinde vurguladığı gibi; bu soyutlama eğilimi, nesneyi geometrik formlara indirgeyerek onu ebedi ve değişmez kılma isteğidir (Tunalı, 1975). Türk ressamlarının, Batılı anlamda tuval resmi yaparken neden ısrarla kilim desenlerine, hat sanatının geometrisine ve minyatürün istifçiliğine döndüğü, tam da bu "soyutlama dürtüsü" ile açıklanabilir.

Türkiye'de Cumhuriyet dönemi sanatçıları, Mümtaz Turhan'ın *Kültür Değişmeleri* eserinde bahsettiği "mecburi kültür değişmesi" ile "serbest kültür değişmesi" arasındaki ince çizgide eser vermişlerdir (Turhan, 2002). Sanayi-i Nefise Mektebi ile başlayan süreçte, Batı'nın biçimsel dili (perspektif, yağlıboya tekniği) öğrenilmiş, ancak içerik (ruh) konusunda yerel kaynaklara dönülmüştür. Nurettin Topçu'nun *Kültür ve Medeniyet* ayrımında belirttiği gibi; teknik ve medeniyet evrensel araçlar sunabilir, ancak kültür ve sanat milletin ruhundan doğar (Topçu, 1998). Bu bağlamda Türk ressamları, Batı'nın natüralist kalıplarını kırmak için Doğu'nun dekoratif ve simgesel dilini bir araç olarak kullanmışlardır.

James Trilling'in *The Language of Ornament* (Süslemenin Dili) kitabında ifade ettiği üzere, modernizm uzun süre süslemeyi (motif) bir "suç" veya gereksizlik olarak görse de, süsleme aslında görsel bir dildir ve kültürel hafızayı taşır (Trilling, 2001). Türk resminde Adnan Çoker'in kubbeleri veya Halil Akdeniz'in Anadolu motiflerini kullanması, Batı modernizminin "minimalizm" akımıyla yüzeysel bir benzerlik taşısa da, özünde Doğu'nun binlerce yıllık görsel hafızasının çağdaş bir yorumudur. Ahu Antmen'in *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar* kitabında belirttiği gibi, modern sanatın kendisi de 20. yüzyıl başında ilkel ve doğulu kaynaklara yönelerek kendini yenilemiştir (Antmen, 2010). Dolayısıyla Türk sanatçısının yerel motife yönelimi, sadece içe kapalı bir millilik arayışı değil, aynı zamanda evrensel modernizmin kodlarıyla örtüşen çağdaş bir tavırdır.

Batı'nın "bireyci ve gözlemci" sanat anlayışı ile Doğu'nun "anonim ve soyutlayıcı" geleneği arasında gerçekleşen diyalektik bir süreçtir. Bu süreçte sanatçılar, Batı'nın tuvalini bir zemin, Anadolu'nun motiflerini ise bir alfabe olarak kullanarak, her iki medeniyetin sınırlarını aşan özgün bir görsel dil, yani "Türk Ekolü" yaratmaya çalışmışlardır. Bu sentez, geçmişin mirasını bugünün estetiğiyle birleştirerek kültürel sürekliliği sağlamaya çalışmaktadır.

2. ÇAĞDAŞ TÜRK RESMİNDE YEREL KİMLİĞİN TEMSİLCİLERİ VE ESER ANALİZLERİ

Çağdaş Türk resminde motif kullanımı, basit bir nostaljik öykünme (pastiche) olmanın ötesine geçerek yaratıcı bir dönüşüm aracı haline gelmiştir. Bedri Rahmi Eyüboğlu'nun halk sanatına

dayalı renkçi yaklaşımı ve Nuri İyem'in figüratif ikonografisi bu durumun erken ve güçlü örneklerindendir.

Türk resim sanatında kimlik inşası, yalnızca teorik tartışmalarla sınırlı kalmamış, farklı üslup ve tekniklere sahip sanatçıların üretimleriyle somut bir görsel dile dönüşmüştür. Halil Akdeniz'in semboller üzerinden kurduğu tarihsel bağ, diğer usta sanatçılarda halk sanatları, figüratif anlatım, mimari soyutlama ve toplumsal eleştiri gibi farklı kanallardan ilerlemiştir.

Bedri Rahmi Eyüboğlu, Nuri İyem, Halil Akdeniz, Adnan Çoker ve Mehmet Güleryüz gibi öne çıkan sanatçıların Anadolu coğrafyasının kültürel kodlarını modern sanatın evrensel "plastik" değerleriyle (renk, leke, form) yeniden yorumlayarak, yerel kimliğin görsel tarihini oluşturmuşlardır.

Soyut sanat bağlamında ise Adnan Çoker, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinin kubbe ve kemer formlarını minimal bir estetikle yorumlamıştır. Doğan Kuban'ın da belirttiği gibi, Çoker'in "ışıklı geometrisi", geleneksel mimari formların çağdaş bir uzam içinde yeniden var edilmesidir (Kuban, 1994). Bu yaklaşım, yerel mimari motiflerin, tuval üzerinde evrensel bir soyutlama diline dönüşebileceğinin en net kanıtlarıdır.

3.1.Bedri Rahmi Eyüboğlu: Halk Sanatından Modernizme Renkçi Sentez

Bedri Rahmi Eyüboğlu, Türk resminde yerel motifleri modern bir estetikle birleştiren öncü isimlerin başında gelir. "D Grubu" içinde başlayan serüvenini, daha sonra kendi atölyesinden doğan "Onlar Grubu" ile yerel bir manifestoya dönüştürmüştür.

Sanatçı, Batı resminin renk ve kompozisyon kurallarını Anadolu'nun el sanatları geleneğiyle harmanlamıştır. Sezer Tansuğ'un *Çağdaş Türk Sanatı* eserinde belirttiği gibi; Bedri Rahmi için bir köy kilimindeki nakışın soyut değeri ile modern bir tablonun soyutlaması arasında özsel bir fark yoktur (Tansuğ, 1986).

Eyüboğlu, eserlerinde özellikle "yazma" (geleneksel baskı sanatı), çorap desenleri, balık ve nar gibi folklorik öğeleri kullanmıştır. Ancak bu kullanım, motifi olduğu gibi alıp yapıştırmak değil, onu resimsel bir lekeye dönüştürmek şeklindedir. Günsel Renda ve Turan Erol'un analizlerine göre; sanatçının bu tavrı, halk sanatının anonim ruhunu bireysel bir modern üsluba kavuşturma çabasıdır (Renda & Erol, 1981). Bedri Rahmi, "Anadolu, ressamlarımız için tükenmez bir hazinedir" diyerek, kimlik arayışında yüzünü tamamen bu topraklara dönmüş ve yerel motifi, çağdaş Türk resminin vazgeçilmez bir yapı taşı haline getirmiştir.

3.2.Nuri İyem: "Anadolu Kadınları" ve İkonikleşen Bakışlar

Toplumsal gerçekçi kuşağın en önemli temsilcilerinden biri olan Nuri İyem, sanat yaşamı boyunca Anadolu insanını, özellikle de Anadolu kadınını merkeze alan bir figüratif dil

geliştirmiştir. İyem'in resimlerindeki kadınlar, belirli bir şahsın portresi olmaktan öte, Anadolu coğrafyasının çilesini, direncini ve sessizliğini simgeleyen birer arketip (ilk örnek) niteliğindedir.

Ayla Ersoy'un *1950'den 2000'e Günümüz Türk Resim Sanatı* kitabında vurguladığı gibi; İyem'in kadın figürlerindeki iri, sabit ve melankolik gözler, yerel kimliğin psikolojik derinliğini yansıtan en belirgin imgedir (Ersoy, 1998). Sanatçı, kırsal yaşamdan aldığı bu figürleri, soyut bir arka plan önünde, neredeyse heykelsi bir formda resmederek onları zaman ve mekandan bağımsızlaştırır.

Funda Berksoy'un belirttiği üzere, İyem'in bu yaklaşımı, köy yaşamını basitçe belgelemekten ziyade, "Anadolulu olma" durumunu görsel bir ikona dönüştürme çabasıdır (Berksoy, 1998). İyem'in eserlerinde motif, kıyafetlerdeki yerel detaylar düzeyinde kalsa da, asıl yerellik, figürlerin duruşunda ve bakışlarında gizli olan o kültürel ruh halidir. İyem, yerel unsurları sadece estetik bir malzeme olarak değil, toplumsal bir tanıklık aracı olarak tuvale yansıtmış ve Türk resminde "yerli" bir figür anlayışı kavramını oluşturmuştur(Ersoy, 1998).

3.3.Anadolu Uygarlıklarının Sembolik Dili: Halil Akdeniz

Kimlik inşası sürecinde Halil Akdeniz'in çalışmaları, arkeolojik ve kültürel katmanların sanatsal birer veriye dönüştürülmesi açısından kilit bir öneme sahiptir. Akdeniz, "Anadolu Medeniyetleri" serilerinde Hitit güneş kursu, antik hiyeroglifler ve Orhun yazıtları gibi tarihsel simgeleri kullanır. Sanatçı, bu simgeleri çağdaş bir soyut estetik içinde kolajlayarak, tuval yüzeyini bir "kültür kazısı" alanına dönüştürür.

Akdeniz'in eserleri, geçmiş uygarlıklara atıf yaparak modern Türk toplumunun çok katmanlı kimliğini vurgular. Bu eserlerde motifler, sadece dekoratif bir unsur (ornament) değil, Trilling'in ifadesiyle "süslemenin dili" (The Language of Ornament) olarak işlev görür ve tarihsel sürekliliği sağlar (Trilling, 2001).

3.4.Adnan Çoker: Mimari Mirasın Soyut ve Minimal Dili

Yerel kimliğin soyut sanat içindeki inşasında Adnan Çoker, benzersiz bir yere sahiptir. Çoker, figüratif anlatımdan tamamen uzaklaşarak, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinin anıtsal formlarına yönelmiştir. Kubbeler, kemerler ve minarelerin iç mekan boşlukları, onun tuvalinde siyah bir zemin üzerinde beliren "ışıklı geometriye" dönüşür. Doğan Kuban, *Çoker'in Işıklı Geometrisi* başlıklı metninde; sanatçının bu formları sadece mimari bir alıntı olarak değil, mutlak bir denge ve simetri arayışı olarak kullandığını belirtir (Kuban, 1994).

Çoker'in eserleri, Worringer'in "soyutlama dürtüsü" kavramıyla örtüşen, doğadan arınmış saf bir estetik sunar. Ancak bu estetik, köklerini Türk İslam mimarisinin uzam anlayışından

alır. Sanatçı, Batı'nın Minimalizm akımını, Doğu'nun mistik mekan algısıyla sentezlemiştir. Bu yaklaşım, Türk resminde kimliğin sadece köy sahneleriyle değil, yüksek kültürün mimari mirasının modern bir dille yorumlanmasıyla da kurulabileceğini kanıtlamıştır (Özsezgin, 1981).

3.5.Mehmet Güleryüz: Eleştirel Figürasyon ve Dışavurumcu Tavır

Mehmet Güleryüz, 1960 sonrası Türk resminde gelişen eleştirel figürasyonun en önemli ismidir. Güleryüz'ün eserlerinde yerel kimlik, romantize edilmiş bir "köy hayatı" olarak değil, toplumsal çelişkilerin, güç ilişkilerinin ve kültürel yozlaşmanın sorgulandığı sert bir gerçeklik olarak karşımıza çıkar. Kaya Özsezgin'in *Başlangıcından Bugüne Çağdaş Türk Resim Sanatı Tarihi* eserinde ifade ettiği gibi; Güleryüz, desene dayalı güçlü dışavurumcu üslubuyla, insan psikolojisini ve toplumsal rolleri irdeler (Özsezgin, 1981).

Güleryüz'ün köy sahneleri veya figüratif kompozisyonları, tema düzeyinde yerel unsurları barındırsa da, biçimsel olarak uluslararası dışavurumcu akımlarla (Yeni Figürasyon) diyalog halindedir. Sanatçı, geleneksel ortaoyunu ve Karagöz gibi seyirlik sanatların ironik dilini, modern resmin eleştirel tavrıyla birleştirir. Bu sayede, Türk toplumunun modernleşme sürecindeki sancılarını ve kimlik karmaşasını, grotesk ve çarpıcı bir dille görselleştirir.

Türk resim sanatında kimlik inşası, soyut ve kavramsal arayışların yanı sıra, figüratif ve dışavurumcu yaklaşımlarla da şekillenmiştir.

Halil Akdeniz'in eserlerinde bir "kültür kazısı" şeklinde ortaya çıkan bu eğilim; Bedri Rahmi Eyüboğlu'nda halk sanatının coşkusuna, Adnan Çoker'de mimari bir minimalizme, Nuri İyem'de ikonik bir figürasyona ve Mehmet Güleryüz'de eleştirel bir toplumsal gerçekçiliğe dönüşmüştür.

SONUÇ

Sonuç olarak, Sanayi-i Nefise ile başlayan Batılılaşma serüveni; Müstakiller ile biçimsel disipline, D Grubu ile entelektüel bir yapıya ve Onlar Grubu ile yerel bir senteze kavuşmuştur. Bu tarihsel süreç, Halil Akdeniz, Nuri İyem veya Adnan Çoker gibi ilerleyen dönem sanatçılarının, eserlerinde yerel motifleri ve Anadolu uygarlıklarını birer "kimlik bileşeni" olarak kullanabilmeleri için gerekli olan kültürel ve estetik altyapıyı hazırlamıştır. Çalışmamızda incelenen bu sanatçılar dönemlerinin çağdaş örnekleri olmalarının yanı sıra, bu köklü mirasın ve tarihsel arayışın günümüzdeki yansımalarıdır.

Bedri Rahmi'nin motifleri, İyem'in ikonik yüzleri, Çoker'in mimari soyutlamaları ve Güleryüz'ün eleştirel figürleri; Türk resminde kimlik arayışının tek bir yolla değil, çok katmanlı bir yapıyla ilerlediğini göstermektedir. Bu ustaların açtığı yolda, kimlik arayışı güncelliğini korumaktadır.

Türk resim sanatı, Cumhuriyet dönemi boyunca Batı ile Doğu, gelenek ile modernite arasında süregelen gerilimi verimli bir senteze dönüştürmeyi başarmıştır. Halil Akdeniz, Adnan Çoker ve Nuri İyem gibi ustaların eserlerinde görüldüğü üzere; yerel motifler, mitolojik öğeler ve kültürel semboller, çağdaş bir estetikle yeniden kurgulanarak Türk resmine özgü bir kimlik inşa edilmiştir.

Cumhuriyetin ikinci yüzyılına girerken geriye dönük baktığımızda, bu arayışın sadece biçimsel bir taklit olmadığı, aksine kültürel belleğin modern estetikle yeniden üretildiği bir sürece dönüştüğü görülmektedir. Diyebiliriz ki bu süreç be örneklenen sanatçılar, sanatın evrensel dili ile yerel kültürün özgün kodları arasındaki bu etkileşimi, çağdaş Türk resminin kimlik inşasında belirleyici bir rol oynamışlardır.

Türk resim sanatında Batılılaşma hareketlerinden günümüze uzanan süreçte, sanatçıların kendi kültürel köklerine yönelimi, estetik bir tercih olmanın ötesinde toplumsal ve tarihsel bir zorunluluk olarak gelişmiştir. Mühendishane-i Berr-i Hümâyun ile başlayan teknik altyapı kazanımı, Cumhuriyet döneminde D Grubu ve Onlar Grubu gibi oluşumlarla entelektüel bir kimlik arayışına dönüşmüştür.

Elde edilen veriler ve eser analizleri ışığında; bu çalışma, Türk ressamlarının tarihsel süreçte halı, kilim, minyatür ve hat gibi geleneksel motifleri modern kompozisyonlara nasıl entegre ettiğini ve bu sürecin bir "kimlik inşası" aracı olarak nasıl işlediğini, somut olmayan kültürel mirasla nasıl analiz edilerek özgün bir görsel dile dönüştürüldüğünü ortaya koymuştur.

Bu dönüşüm sürecinde Bedri Rahmi Eyüboğlu, halk sanatının "nakış" geleneğini modern resmin soyutlama (abstraksiyon) ilkeleriyle sentezleyerek, yerel motifin evrensel bir plastik değere sahip olduğunu kanıtlamıştır. Benzer şekilde Adnan Çoker, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinin kubbe ve kemer formlarını minimalist bir estetikle yorumlayarak, kültürel belleğin geometrik bir dille de aktarılabileceğini göstermiştir.

Nuri İyem'in Anadolu kadınını simgeleyen ikonik portreleri ve Mehmet Güleryüz'ün toplumsal eleştiri yüklü figürasyonları ise kimlik inşasının sadece desen düzeyinde değil, coğrafyanın ruhunu ve insanın duruşunu yansıtarak (figüratif) gerçekleştiğini belgelemektedir. Halil Akdeniz'in eserleri de bu zincire, Anadolu medeniyetlerinin antik sembollerini birer "kültür katmanı" olarak ekleyerek katkı sunmuştur.

Sonuç olarak, geleneksel motiflerin ve yerel temaların çağdaş estetikle buluştuğu bu sanat pratiği, Türk resmine dünya sanat platformunda ayırt edici bir karakter kazandırmış ve kültürel kimliğin görsel hafızasını oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

Antmen, A. (2010). *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*. İstanbul: Sel Yayıncılık.
Atagök, T. (1999). Çağdaş Müzeciliğin Anlamı; Müze ve İlişkileri. *Yiden Müzeciliği Düşünmek* içinde. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın.
Başkan, S. (1997). *Tanzimat'tan Cumhuriyete Türkiye'de Resim*. Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı.
Batur, E. (2015). *Modernizmin Serüveni*. İstanbul: Sel Yayıncılık.
Becker, G. F. (2015). *Art Nouveau*. Germany: h.f.ullmann Publishing GmbH.
Berk, N. ve Turani, A. (1981). *Başlangıcından Bugüne Çağdaş Türk Resim Sanatı Tarihi II*. İstanbul: Tiglat Basımevi.
Berksoy, F. (1998). *20. Yüzyıl Batı ve Türk Resminde Toplumsal Gerçekçilik*. İstanbul: Bakışlar Matbaacılık.
Buğra, H. B. (2000). *Cumhuriyet Döneminde Resim Edebiyat İlişkisi*. İstanbul: Ötüken Yayınevi.
Çubukçu, İ. A. (1991). *Türk Düşünce Tarihinde Felsefe Hareketleri*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.
Ersoy, A. (1998). *1950'den 2000'e Günümüz Türk Resim Sanatı*. İstanbul: Bilim Sanat Galerisi.
Güvenç, B. (2005). *İnsan ve Kültür* (11. Basım). İstanbul: Remzi Kitabevi.
Harrison, C. ve Wood, P. (2015). *Sanat ve Kuram 1900-2000 Değişen Fikirler Antolojisi* (S. Gürses, Çev.). İstanbul: Küre Yayınları.
Kuban, D. (1994). Çoker'in Işıklı Geometrisi. *Adnan Çoker Minimaller ve Varyasyonlar* içinde. İstanbul: Galeri B Yayınları.
Kubisch, N. ve Seger, P. A. (2012). *Ornaments*. Germany: h.f.ullmann Publishing GmbH.
Özel, S. (1998). *Uluslararası Alanda Kültür Varlıklarının Korunması*. İstanbul: Kurtiş Matbaacılık.
Özsezgin, K. (1981). *Başlangıcından Bugüne Çağdaş Türk Resim Sanatı Tarihi III*. İstanbul: Tiglat Basımevi.
Renda, G. ve Erol, T. (1981). *Başlangıcından Bugüne Çağdaş Türk Resim Sanatı Tarihi I*. İstanbul: Tiglat Basımevi.
Smith, E. L. (2004). *20. Yüzyılda Görsel Sanatlar* (E. Kılıç, B. Kovulmaz, O. Akınhay, Çev.). İstanbul: Akbank Kültür ve Sanat Yayınları.
Tansuğ, S. (1986). *Çağdaş Türk Sanatı*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
Topçu, N. (1998). *Kültür ve Medeniyet* (2. Baskı). İstanbul: Dergâh Yayınları.
Trilling, J. (2001). *The Language of Ornament*. London: Thames & Hudson.
Tunalı, İ. (1975). Sanatın Psikolojik Anlamı ve Worringer'in Üslup Analizi. *İstanbul Üniversitesi Felsefe Arkivi Dergisi*, (19).
Turhan, M. (2002). *Kültür Değişmeleri (Sosyal Psikoloji Bakımından Bir Tetkik)* (4. Baskı). İstanbul: Çamlıca Yayınları.
Worringer, W. (1985). *Soyutlama ve Özdeşleyim* (İ. Tunalı, Çev.). İstanbul: Remzi Kitabevi A.Ş.
Yetkin, S. K. (1972). *Estetik Doktrinler*. Ankara: Bilgi Yayınevi.

OSMANLI'DAN GÜNÜMÜZE KADINLARA AİT EĞLENCE MEKANLARININ DÖNÜŞÜMÜ: KADINLAR MATİNESİ

Doç. Dr. Süleyman YURTTAŞ
Bayburt University, Faculty of Humanities and Social Science, Department of sociology,69000 Merkez, Bayburt.
ORCID:0000-0002-0631-5252
Yl. Öğr. Sema MELEKOĞLU
Bayburt University, Faculty of Humanities and Social Science, Department of sociology,69000 Merkez, Bayburt.
ORCID: 0009-0005-5752-685X

ÖZET

Yapılan bu çalışmada, Osmanlı İmparatorluğu'ndan günümüz Türkiye'sine uzanan süreçte kadınların sosyalleşme ve eğlence pratiklerinin tarihsel dönüşümü ele alınmıştır. Bu dönüşüm, özellikle kadınlara ait eğlence mekanları bağlamında incelenmiştir. Çalışmada geleneksel sosyalleşme alanları olan hamamlar, "altın günleri" ve kına gecelerinden, modern bir fenomen olarak ortaya çıkan "kadınlar matinesi"ne kadar uzanan bu süreç, toplumsal değişim, modernleşme ve toplumsal cinsiyet rollerinin yeniden şekillenmesi bağlamında değerlendirilmiştir. Araştırmanın temel amacı, son yıllarda popülerlik kazanan ve muhafazakâr-dindar kentli kadınların yoğun bir şekilde tüketimine sunulan kadınlar matinesi etkinliklerini sosyolojik bir perspektifle analiz etmektir. Bu nedenle, çalışmada nitel araştırma tekniklerinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Veri seti olarak, 10 Mayıs 2024 ile 26 Kasım 2025 tarihleri arasında sosyal medya platformu X üzerinde "kadınlar matinesi" anahtar kelimesiyle yapılan ve yüksek etkileşim alan 12 paylaşım seçilmiştir. Bulgular, kadınlar matinesinin lüks otellerden belediye salonlarına, ünlü sanatçıların konserlerinden DJ performanslarına kadar geniş bir yelpazede organize edildiğini göstermektedir. Bu etkinliklerin, kadınlara "özel", "güvenli" ve "özgür" bir eğlence alanı sunarken, aynı zamanda "sosyal çürüme" ve "geleneklere aykırılık" gibi eleştirilerle toplumsal tartışmanın odağında yer aldığı görülmüştür. Özellikle bu eğlencelere muhafazakâr-dindar kentli kadınların katılımı, modern eğlence pratiklerini kendi yaşam tarzlarıyla bütünleştirme ve kamusal alanda yeni sosyalleşme biçimleri arayışının bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Sonuç olarak çalışmada, kadınlar matinesi fenomeninin, geleneksel ve modernin iç içe geçtiği, kadınların sosyalleşme ihtiyaçlarının ticari bir sektör yarattığı ve toplumsal cinsiyet normlarının yeniden tartışıldığı hibrit bir kültürel alan oluşturduğu savunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kadın eğlence mekanları, Osmanlı hamamları, kadınlar matinesi, muhafazakâr kadınlar, sosyalleşme.

THE TRANSFORMATION OF WOMEN'S ENTERTAINMENT VENUES FROM THE OTTOMAN EMPIRE TO THE PRESENT: THE WOMEN'S MATNEE

ABSTRACT

This study examines the historical transformation of women's socialization and entertainment practices from the Ottoman Empire to modern Turkey. This transformation is examined specifically in the context of women's entertainment venues. This process, which extends from traditional socializing spaces such as bathhouses, "golden days," and henna nights to the "women's matinee," which has emerged as a modern phenomenon, is evaluated within the context of social change, modernization, and the reshaping of gender roles. The primary objective of the study is to analyze women's matinee events, which have gained popularity in recent years and are widely consumed by conservative and religious urban women, from a sociological perspective. Therefore, the study utilizes content analysis, a qualitative research technique. The dataset consists of 12 posts made with the keyword "women's matinee" on social media platform X between May 10, 2024, and November 26, 2025, and which received high engagement. The findings indicate that women's matinees are organized in a wide range of settings, from luxury hotels to city halls, from concerts by famous artists to DJ performances. While these events offer women a "private," "safe," and "free" entertainment space, they have also been seen to be at the center of social debate, with criticisms such as "social decay" and "contradiction to tradition." The participation of conservative and religious urban women in these festivities is interpreted as a sign of integrating modern entertainment practices into their own lifestyles and seeking new forms of socialization in the public sphere. Consequently, the study argues that the women's matinee phenomenon constitutes a hybrid cultural space where the traditional and the modern intertwine, where women's socialization needs create a commercial sector, and where gender norms are being renegotiated.

Keywords: Women's entertainment venues, Ottoman baths, women's matinee, conservative women, socialization.

1. GİRİŞ

Toplumsal yaşam ve gündelik hayat, bireylerin etkileşimde bulunarak kültürel değerleri yeniden ürettiği ve sosyal bağları güçlendirdiği karmaşık bir ilişkiler ağı olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, eğlence ve sosyalleşme pratikleri, sadece gündelik hayatın monotonluğunu kırmakla kalmayıp toplumsal kimliklerin inşasında ve normların pekiştirilmesinde kritik bir görev üstlenmektedir. Kadınların bu alanlardaki varlığı, tarihsel süreç boyunca toplumsal cinsiyet rejimleri, kamusal ve özel alan ayrımları ile kültürel kodlar

tarafından şekillendirilmiştir. Bu nedenle, ataerkil toplumlarda kadınların kamusal alandaki hareketliliği ve sosyalleşme imkanları sınırlanmış, kadınlar kendilerine özgü, korunaklı ve "kadın kadına" sosyalleşme mekanları oluşturmuştur. Bu mekanlar, kadınların dayanışma ağları kurduğu ve eğlence ihtiyaçlarını karşıladığı güvenli sığınaklar olarak işlev görmüştür. Osmanlı İmparatorluğu'ndan modern Türkiye'ye kadar uzanan tarihsel süreçte, kadınların eğlence ve sosyalleşme mekanlarının yapısı, işlevi ve toplumsal algısı, ülkenin siyasi, sosyal ve kültürel dönüşümleriyle paralel olarak değişim göstermiştir.

1.1 Osmanlı Döneminde Kadınların Sosyalleşme Alanı Olarak Hamamlar

Osmanlı toplumunda, kamusal alan erkeklere, özel alan ise kadınlara tahsis edilmiştir. Bu nedenle kadınların ev dışındaki sosyal hayatı oldukça kısıtlı kalmıştır. Bu durum, kadınların sosyalleşme ve eğlence ihtiyaçlarını karşılayabilecek alternatif mekân arayışına yol açmıştır. Bu arayış sonucunda, temel işlevi temizlik olan hamamlar, kadınlar için önemli sosyalleşme, haberleşme ve eğlence mekanlarına dönüşmüştür. Hamamlar kadınlar için sadece temizlik mekanları değil, uzun saatler vakit geçirilen, sosyalleşme ve eğlence ihtiyaçlarının giderildiği alanlar olarak hizmet vermiştir (Dokumacı, 2023). Hamamlar, kadınlara, erkeklerin denetleyici bakışından uzak, özgürce hareket edilebilen bir ortam sunmuştur.

Hamamlar, sıradan bakım yerlerinin ötesinde, özel gün ve ritüel uygulamalarının gerçekleştiği kültürel sahnelere dönüşmüştür. Gelin hamamı, doğum sonrası lohusa hamamı ve kına hamamları gibi etkinlikler, kadınların bir araya gelip eğlenmelerini, kendi aralarında dayanışma kurmalarını sağlamıştır (Dokumacı, 2023). Eyice (1997), hamamların kadınlara ait bir "forum" işlevi gördüğünü, bu mekanlarda sosyal statülerin belirlendiğini ve toplumsal ağların örüldüğünü vurgulamaktadır. Dolayısıyla Osmanlı hamamları, kadınların kapalı kapılar ardındaki dünyalarını dışa taşıdığı, kolektif kimlik deneyimi yaşadığı nadir kamusal alanlardan biri olarak önem taşımaktadır (Eyice, 2006).

1.2 Cumhuriyet Sonrası Geleneksel Kadın Eğlenceleri ve Eğlence Mekanları

Cumhuriyet'in ilanıyla başlayan modernleşme süreci, kadınların kamusal alandaki görünürlüğünü artırmış ve kadınlara eğitim ve çalışma hayatında yeni fırsatlar sunmuştur. Ancak bu süreç, geleneksel sosyalleşme pratiklerinin tamamen ortadan kalktığı anlamına gelmemektedir. Aksine, Osmanlı'dan miras kalan bazı gelenekler Cumhuriyetin getirdiği yeni koşullara uyum sağlayarak varlığını sürdürmüştür. Bunların başında, özellikle orta ve üst-orta sınıf kentli kadınlar arasında yaygın olan "altın günleri" gelmektedir. Büyükokutan Töret (2012), altın günlerinin kadınların ekonomik dayanışma ve sosyal paylaşımlarda bulundukları

önemli bir sosyalleşme aracı olduğunu belirtmektedir. Bu etkinlikler, kadınlara gündelik hayatın rutininden kaçma, sohbet etme ve eğlenme imkânı sunmaktadır. Bu etkinlikler hamam eğlencelerinde olduğu gibi erkeklerin olmadığı genellikle ev gibi mekanlarda yapılmaktadır.

Benzer şekilde, Türkiye'nin farklı yörelerinde "ferfene" ve "sıra gecesi" gibi kadın toplantıları da devam etmektedir (Uygur, 2019). Mardin'de yapılan araştırmalar, kadınların dini ve sosyal amaçlı toplanmaların yanı sıra tamamen eğlence odaklı geceler düzenlediğini de göstermektedir (Oğuz, 2011). Gaziantep'te ise düğün ve kına törenleri için profesyonel kadın dans grupları ve orkestralarının tutulması, kadın eğlencelerinin ticari bir boyut kazandığını ortaya koymaktadır (Kılıç, 2019). Diğer taraftan kına geceleri, geleneksel yapısını korumakla birlikte, genç kuşaklar arasında yeni formlar kazanarak popülerliğini sürdürmektedir (Yılmaz & Acar, 2018). Tüm bu pratikler, kadınların erkeklerin dahil olmadığı, güvenli ve mahrem kabul edilen mekanlarda sosyalleşme ihtiyacının tarihsel dönüşümünü göstermektedir.

1.3 Çağdaş Dönüşümler ve "Kadınlar Matinesi" Fenomeni

1990'lardan itibaren küreselleşme, tüketim kültürü ve medyanın etkisiyle Türkiye'de kadınların eğlence anlayışında yeni dönüşümler yaşanmaya başlamıştır. Batı kökenli "bekârlığa veda partileri" ve "girls' night out" gibi konseptler, özellikle büyük şehirlerdeki seküler ve eğitimli kadınlar arasında yaygınlık kazanmıştır (Çelik, 2017). Bu etkinlikler, kadınların eğlenceyi ev dışına, kamusal alandaki kafe, restoran ve kulüp gibi mekanlara taşıdığının önemli bir göstergesidir.

Bu dönüşümün dikkat çekici halkalarından biri, son yıllarda popülerlik kazanan "kadınlar matinesi"dir. Geleneksel matinelerden farklı olarak, bu etkinlikler genellikle gündüz saatlerinde otellerin balo salonları, büyük restoranlar veya özel eğlence mekanlarında düzenlenmekte, DJ performansları, canlı müzik, dans ve şovları içermektedir. Özellikle muhafazakâr-dindar kentli kadınların bu etkinliklere yoğun bir ilgi göstermesi, kadınlar matinesi fenomenini sosyolojik açıdan ilginç kılmaktadır. Dini kesimin eğlence anlayışının dönüşümünü inceleyen çalışmalarda (Gürbüz, 2019), muhafazakâr bireylerin modern tüketim ve eğlence pratiklerini kendi değerleriyle uzlaştırarak benimsedikleri vurgulanmaktadır. Kadınlar matinesi, alkolsüz ortamı, sadece kadınlara özel olması ve gündüz saatlerinde düzenlenmesiyle "meşru" ve "kabul edilebilir" bir eğlence alternatifi sunmaktadır.

Bu yeni eğlence biçimi sosyal medyada geniş yankı bulmakta, organizatörler ve katılımcılar tarafından aktif bir şekilde paylaşılmaktadır. Ancak bu paylaşımlar aynı zamanda toplumsal tartışmaları da tetiklemektedir. Bir kesim etkinlikleri kadınların özgürleşmesi ve sosyalleşme

hakkı olarak görürken, diğer kesim "sosyal çürüme" ve "geleneksel değerlerden sapma" olarak eleştirmektedir.

1.4 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu tarihsel ve sosyolojik arka plan çerçevesinde, çalışmada kadınlara ait eğlence mekanlarının ve etkinliklerinin dönüşümü incelenmiştir. Araştırmanın temel hedefi, son dönemde belirginleşen ve farklı sosyal kesimlerden, özellikle muhafazakâr-dindar kentli kadınları bir araya getiren "kadınlar matinesi" etkinliklerini, ortaya çıkış nedenleri, toplumsal işlevleri ve yarattığı tartışmalar ekseninde derinlemesine analiz etmektir. Bu amaçla çalışmada, Twitter/X sosyal medya platformunda yer alan güncel veriler kullanılmış ve olgunun dijital kamusal alandaki yansımaları incelenmiştir. Böylece, kadınların sosyalleşme ve eğlence ihtiyacının tarihsel sürekliliği, modernleşme ve tüketim kültürü ile etkileşimi ve muhafazakâr-dindar kimliklerin çağdaş eğlence pratikleriyle yeniden harmanlanması sosyolojik bir bakış açısıyla ele alınmıştır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, Osmanlı'dan günümüze kadınlara ait eğlence mekanlarının ve pratiklerinin dönüşümü, özellikle modern bir fenomen olan "kadınlar matinesi" olgusuna odaklanarak incelenmiştir. Olgunun güncel, dinamik ve toplumsal tartışmalara açık doğası, araştırma yönteminin bu özelliklere duyarlı olmasını zorunlu kılmıştır. Bu nedenle, çalışmada nitel araştırma deseni benimsenmiş ve veri toplama ile analiz süreçleri bu çerçevede yürütülmüştür.

2.1 Araştırma Deseni

Araştırmada, sosyal olguların doğal ortamlarında bütüncül şekilde anlaşılmasına odaklanan nitel araştırma deseni tercih edilmiştir (Creswell, 2013). Kadınlar matinesi fenomeni, katılımcı motivasyonları, etkinliklerin sembolik anlamları ve toplumsal tepkiler gibi çok katmanlı boyutlar içermektedir. Bu nedenle, olgu istatistiksel genellemelere indirgenmeyip sosyolojik bağlamıyla derinlemesine kavranmaya çalışılmıştır.

Bu çerçevede, sosyal medyanın gündelik hayatın ve toplumsal tartışmaların önemli bir yansıması olması nedeniyle dijital içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Özellikle Twitter/X platformu, anlık tepkilerin ve farklı görüşlerin hızla yayıldığı bir ortam olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, kadınlar matinesi gibi güncel bir konunun dijital kamusal alandaki yansımalarını gözlemlemek için zengin bir veri kaynağı sunmaktadır. Çalışma, bu açıdan bir dijital etnografi veya netnografi olarak da değerlendirilebilir.

2.2 Veri Toplama Süreci

Veri seti, Twetter/X platformunda "kadınlar matinesi" anahtar kelimesiyle yapılan paylaşımlardan oluşturulmuştur. Veri toplama süreci, güncel dinamikleri yakalamak amacıyla belirli bir zaman dilimi ve etkileşim kriterleri dikkate alınarak yürütülmüştür.

- **Anahtar Kelime ve Platform Seçimi:** "Kadınlar matinesi" ifadesi temel anahtar kelime olarak belirlenmiş ve veri kaynağı olarak Twetter/X platformu seçilmiştir. Platformun metin, görsel ve video içeriklerini bir arada sunması, herkese açık tartışma ortamı sağlaması ve etkileşim metriklerinin kolay gözlemlenebilmesi tercih sebebidir.
- **Zaman Aralığı:** Twetter/X platformunda 10 Mayıs 2024 ile 26 Kasım 2025 tarihleri arasında yapılan paylaşımlar incelenmiştir. Yaklaşık 1,5 yıllık bu dönem, kadınlar matinesi fenomenin farklı zaman ve bağlamlardaki görünümünü yakalamak için yeterli görülmüştür.
- **Veri Seçimi ve Örneklem:** Yüzlerce paylaşım arasından amaçlı örneklemle 12 paylaşım seçilmiştir. Seçim kriteri, bu paylaşımların yüksek etkileşim (görüntülenme, beğeni, yanıt, yeniden paylaşım) almış olmalarıdır. Bu paylaşımlar, haber ajansları, magazin sayfaları, belediyeler, bilet satış platformları ve bireysel kullanıcılar gibi farklı profillerden gelmektedir ve kadınlar matinesi fenomeni ile ilgili farklı bakış açılarını yansıtmaktadır.

2.3 Veri Analizi

Seçilen 12 paylaşım, tematik içerik analizi yöntemiyle çözümlemiştir (Neuendorf, 2017). Analiz süreci şu aşamalardan oluşmuştur:

- **Koda Dökme:** Her paylaşımın metin, görsel/video içeriği, paylaşan hesabın profili, tarih ve etkileşim sayıları analiz dosyasına aktarılmıştır.
- **Kategori Oluşturma:** Paylaşımlar içerik ve amaçlarına göre tümevarımsal yaklaşımla dört ana kategoriye ayrılmıştır. Bunlar: Etkinlik Duyurusu, Haber/Medya Paylaşımı, Eleştirel Yorum ve Olumlu/Nötr Yorum.
- **Tema Belirleme:** Her kategori altında alt temalar ortaya çıkarılmıştır. Örneğin, eleştirel yorumlarda "sosyal çürüme", "geleneklere aykırılık" temaları; haber paylaşımlarında "muhafazakâr eğlence", "coğrafi yayılım" gibi temalar belirlenmiştir. Görsel ve video içerikler kültürel kodların anlaşılmasında önemli rol oynamıştır.

- **Bulguların Yorumlanması:** Ortaya çıkan tema ve kategoriler, teorik çerçeve ve tarihsel arka plan ile ilişkilendirilerek derinlemesine yorumlanmıştır.

2.4 Araştırmanın Geçerliği, Güvenirliği ve Sınırlılıkları

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik farklı kriterlere dayanmaktadır. Bu çalışmada veri analiz süreci şeffaf şekilde açıklanarak güvenirlik artırılmaya çalışılmıştır. Geçerlilik için farklı bakış açılarını yansıtan paylaşımlar seçilmeye çalışılmış ve bulgular ilgili literatürle ilişkilendirilmiştir.

Araştırma bazı sınırlılıklar da barındırmaktadır. Veri seti sadece Twitter/X platformuyla sınırlıdır, çalışmaya diğer sosyal medya platformları dahil edilmemiştir. Seçilen 12 paylaşım amaçlı örneklem olup, olgunun tamamını temsil etmemektedir. Ayrıca, katılımcıların deneyim ve motivasyonları doğrudan ele alınmamış, sadece kamusal temsiller analiz edilmiştir. Bu nedenle, bulgular ve sonuç bölümünde genelleme yapılmaktan kaçınılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, Twitter/X platformundan toplanan 12 paylaşımın tematik içerik analizi sonuçları sunulmuştur. Analiz, kadınlar matinesi fenomeninin kamusal alandaki temsillerini, toplumsal tartışmaları ve fenomenin çok boyutlu yapısını ortaya koymayı hedeflemektedir. Paylaşımlar dört ana kategoriye ayrılmıştır: Etkinlik Duyuruları, Medya ve Haber Paylaşımları, Eleştirel Yorumlar ve Olumlu/Nötr Değerlendirmeler. Bu kategoriler, fenomenin pazarlanması, haberleştirilmesi, tartışılması ve kullanıcılar tarafından algılanmasını içermektedir.

3.1 Genel Bulgular: Etkileşim ve Kategori Dağılımı

İncelenen 12 paylaşımın yaklaşık 4 milyon görüntülenmeye ulaştığı belirlenmiştir. En yüksek etkileşim, 2 Mayıs 2025 tarihli Aykırı hesabının “muhafazakâr kulüp” paylaşımına aittir ve bu paylaşım 2,4 milyon görüntülenme almıştır. Bu paylaşım, kadınlar matinesi fenomeninin muhafazakâr kodlarının toplumsal merak ve tartışma yarattığını göstermektedir. İkinci en yüksek etkileşim ise 876,7 bin görüntülenme ile Sevda Türküsev’in “sosyal çürüme” eleştirisi içeren paylaşımına aittir.

Kategori dağılımına göre, 4 paylaşım haber/medya, 4 paylaşım eleştirel yorum, 2 paylaşım etkinlik duyurusu ve 2 paylaşım da olumlu/nötr değerlendirme olarak sınıflandırılmıştır. Bu dağılım, kadınlar matinesi fenomeninin ticari, medyatik ve toplumsal tartışma boyutlarını dengeli şekilde yansıtmaktadır. Zaman açısından, paylaşımlar 10 Mayıs 2024 ile 26 Kasım 2025

arasında yoğunlaşmıştır. Paylaşımlarda coğrafi olarak Kayseri, İstanbul ve Antalya gibi farklı şehirler ön plana çıkmaktadır.

3.2 Bir Sosyal Etkinlik Olarak "Kadınlar Matinesi": Tanıtım ve Ticarileşme

Paylaşımlar arasında kadınlar matinesini doğrudan tanıtan ve bu etkinliklere davet eden iki yaklaşım görülmektedir. Bunlar, kamusal hizmet ve ticari girişimdir. Bu iki yaklaşım, fenomenin hem toplumsal bir ihtiyaçtan doğduğunu hem de pazar potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Birinci yaklaşım, Kepez Belediyesi'nin 26 Kasım 2025 tarihli ücretsiz etkinlik duyurusunda görülmektedir. Belediye hesabı, canlı müzik, eğlence ve "güzel bir atmosfer" vaat ederek, sınırlı kontenjanla ücretsiz bir kadınlar matinesi düzenlediğini belirtmiştir. Bu durum, yerel yönetimlerin kadınların sosyalleşme ya da eğlence ihtiyacını bir kamu hizmeti olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Etkinliğin gündüz saatlerinde olması, kadınların gündelik hayatına ve güvenlik algısına uygun zamanlamaya dikkat edilerek organize edildiğini göstermektedir.

İkinci yaklaşım, Biletix'in 27 Ağustos 2025 tarihli duyurusunda kendini göstermektedir. İstanbul'daki lüks bir otelde düzenlenen, tanınmış sanatçının sahne aldığı ücretli konser, kadın dayanışması ve özgürlük vurgusuyla pazarlanmıştır. Bu organizasyon, kadınlar matinesinin eğlence sektörü için kâr amaçlı bir etkinlik olduğunu ve yüksek gelir grubuna hitap ettiğini göstermektedir. Bu iki örnek, matinenin farklı sosyal ve ekonomik kesimlere hitap eden çok yönlü yapısını kanıtlamaktadır.

3.3 Medyanın Gözünden: Haber Değeri ve Çerçeveleme

Çalışmada kadınlar matinesi fenomeninin medyanın ilgisini çeken bir olgu olarak sıkça haberleştirildiği tespit edilmiştir. Dört farklı medya paylaşımı, fenomenin magazinsel ilgi, sosyolojik merak ve yeni toplumsal bir trend olarak nasıl sunulduğunu göstermektedir.

Daily Magazin'in 26 Kasım 2025 tarihli haberi, ünlü sanatçı Safiye Soyman'ın Dubai'de Arap kadınlara özel matine düzenlemesini haberleştirmiştir. Bu, kadınlar matinesi fenomenin sadece Türkiye ile sınırlı kalmadığını ve uluslararası bir boyut kazandığını göstermektedir. Metropol Haber'in 9 Temmuz 2025 tarihli paylaşımı ise sosyal medya fenomeni Mert Sarıc'ın Kayseri'de düzenlediği matinelere odaklanarak fenomenin Anadolu'ya yayıldığını ortaya koymuştur.

Habertürk TV'nin 7 Mayıs 2025 tarihli haberi, "muhafazakâr DJ" temasıyla kadınlar matinesi fenomenini modernlik ve geleneksellik ile dindarlık ve popüler kültürün kesiştiği bir olgu

olarak sunmuştur. Bu paylaşım, kadınlar matinesi fenomenini haber değeri taşıyan bir "çelişki" olarak çerçevelemiştir. ZAM Haber Ajansı'nın 10 Mayıs 2024 tarihli paylaşımında ise, Kayseri'de bir kıraathanenin kadınlara tahsis edilmesi, kamusal alanın dönüşümü ve kadınların sosyalleşme arayışının temel biçimlerinden biri olarak ele alınmıştır.

3.4 Muhafazakâr Kimlik ve Görsel Kodlar

Paylaşımlarda yer alan görsel ve video içerikler, kadınlar matinesi fenomeninin muhafazakâr-dindar kadınlarla olan ilişkisini anlamlandırmada önem taşımaktadır. Üç farklı paylaşımda başörtülü kadınların DJ'lik yaptığı veya dans ettiği görüntüler yer almaktadır. Habertürk TV'nin haberinde başörtülü DJ figürü, geleneksel gece kulübü kültürü ile muhafazakâr kimliğin birleştiğini vurgulamaktadır.

Benzer şekilde Aykırı hesabının paylaşımında "muhafazakar kulüp" kavramının kullanılması, birbirine zıt iki dünyayı birleştiren hibrit kimlikleri ve mekanları vurgulamaktadır. MyWay hesabının yaptığı paylaşım ise başörtülü DJ'e yönelik "estetik" bir takdir içermektedir. Öte yandan, AHMET'LE MUHABBET KEYFİ hesabında paylaşılan video, başörtülü kadının yaptığı dansı "HELAL ALEM GECE KULUBÜ" ifadesiyle eleştirmekte ve bu durumun muhafazakâr çevrelerde mahremiyetin ihlali olarak algılanan bir davranışı gösterdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca paylaşımlarda yer alan görsel kodlarda katılımcıların başörtülü ve "kapalı" giyimi ile mekanların lüks ve modern yapısı arasındaki kontrast, fenomenin hibrit doğasını yansıtmaktadır.

3.5 Eleştirel ve Savunmacı Söylemler

Kadınlar matinesi fenomeni sosyal medyada daha çok eleştirel yorumlarla görünürlük kazanmıştır. Bu tartışma iki ana kutupta sürdürülmektedir: Muhafazakâr eleştiriler ve seküler/modernist eleştiriler.

Sevda Türküsev'in paylaşımı, kadınlar matinesi etkinliğini "sosyal çürüme" olarak nitelendirerek ahlaki yozlaşmayı vurgulamaktadır. Benzer şekilde, AHMET'LE MUHABBET KEYFİ hesabı, "HELAL ALEM GECE KULUBÜ" ifadesiyle kadınlar matinesi etkinlerini dini normlara aykırı bulmaktadır.

Seküler/modernist eleştiride ise, 23 DERECE hesabı matineyi "gece kulübüne gidemeyen kadınlar için alternatif" olarak tanımlayarak toplumsal geri kalmışlığa işaret etmektedir. Bu görüş, kadınların eşit koşullarda eğlenemediği gerçeğine dikkat çekmeye çalışmaktadır. Buna karşılık, Darmody2021 kullanıcısı yapmış olduğu paylaşımla kadınlar matinesi fenomenini tarihsel bir geleneğin parçası olarak normalleştirmeye çalışmaktadır.

3.6 Yeni Bir Trend Olarak Onaylama ve Estetik Beğeni

Eleştirel ve savunmacı yorumların yanında, fenomeni yeni bir trend olarak onaylayan paylaşımlar da mevcuttur. Aykırı hesabının 2 Mayıs 2025 tarihli paylaşımı, fenomeni "yeni akım" ve "muhafazakâr kulüp" olarak sunmakta ve DJ Fatma Civelek'in performansını vurgulamaktadır. Bu paylaşımın aldığı yüksek etkileşim, toplumun bu yeni akıma merak ve ilgi duyduğunu göstermektedir.

MyWay hesabı ise başörtülü DJ'in performansını estetik açıdan takdir ederek, tartışmalı unsurlarının zamanla normalleştiğini göstermektedir. Bu tür olumlu paylaşımlar, kadınlar matinesinin toplumsal tartışmaların ötesinde kendi kitlesini oluşturan popüler bir eğlence biçimi olduğunu ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu araştırmanın bulguları, Türkiye'de kadınların sosyalleşme ve eğlence pratiklerinin tarihsel süreklilik içinde nasıl dönüştüğünü göstermektedir. Kadınlar matinesi fenomeni, bu dönüşümün güncel ve çok katmanlı bir tezahürü olarak görülmektedir. Çalışmanın bulguları, bu yeni eğlence formunun toplumsal cinsiyet rollerinin, muhafazakârlık ve modernlik çatışmasının, kamusal alan mücadelelerinin ve tüketim kültürünün kesişiminde yer alan karmaşık bir sosyal olgu olduğunu ortaya koymuştur.

Kadınlar matinesi, her ne kadar son yıllarda adını duyurmuş olsa da belirli bir köke dayanmaktadır. Kadınların tarih boyunca süregelen hamam eğlencelerinde olduğu gibi "kendine ait mekân" ve "kadın kadına sosyalleşme" ihtiyacının modern bir devamı olarak değerlendirilmelidir.

Cumhuriyet döneminde yaygınlaşan altın günleri, ferfene ve sıra gecesi gibi pratikler de bu ihtiyacın farklı formlardaki devamını göstermektedir (Büyükokutan Töret, 2012; Uygur, 2019; Oğuz, 2011). Kadınlar matinesi de dahil olmak üzere bütün etkinliklerin ortak özelliği, kadınların erkeklerin olmadığı, güvenli ve mahrem kabul edilen alanlarda kolektif sosyallik deneyimi yaşamasıdır.

Kadınlar matinesi bu tarihsel sürekliliğe eklemlenmekle beraber önemli dönüşümler geçirmiştir. En belirgin dönüşüm mekânsal boyutta gerçekleşmiştir. Geleneksel ve tarihsel açıdan ev veya hamam gibi özel alanlarda gerçekleşen kadın eğlenceleri, kadınlar matineleriyle birlikte otellerin balo salonları, lüks restoranlar ve büyük etkinlik mekanları gibi kamusal ve ticari alanlara taşınmıştır. Bu, kadınların kamusal alandaki görünürlüğünün ve tüketim

pratikleriyle bu alanı talep etme gücünün arttığını göstermektedir. (Örneğin, Biletix'in Swissôtel'deki matinesi mekânsal dönüşümün somut bir örneğidir.)

İkinci önemli dönüşüm, kadınlar matinesi etkinliklerinin içeriğinde ve organizasyon yapısında gerçekleşmiştir. Geleneksel eğlenceler sohbet, yemek ve geleneksel müzik ağırlıklı iken, yeni matineler profesyonel DJ, tanınmış sanatçılar, ışık ve ses gösteriyle "kulüp" atmosferinde gerçekleşmektedir. Bu durum, kadınlar matinesi fenomeni üzerinde küresel popüler kültür ve tüketim endüstrisinin etkisini göstermektedir.

Üçüncü dönüşüm ise kadınlar matinesinin katılımcı profilinde görülmektedir. Geleneksel pratikler belirli sosyal çevrelerle sınırlı iken, kadınlar matinesi bilet satışları ve sosyal medya tanıtımlarıyla geniş ve heterojen bir kadın kitlesine ulaşmaktadır. Hem ücretli "lüks" etkinlikler hem de ücretsiz belediye etkinlikleri farklı ekonomik sınıflara hitap etmektedir. Muhafazakâr-dindar kadınların yoğun katılımı ise seküler-muhafazakâr ayrımını aşarak yeni bir ortak alan yaratmaktadır.

KAYNAKÇA

Uygur, Hatice Kübra. (2019). Functional Evaluation of Ankara Ferfene Days in the Context of Gender , Geleneksel Yayıncılık Ltd. Şti.
Büyükokutan Töret, A. (2012). Geleneksel altın günlerine halkbilimsel bir yaklaşım: "Muğla örneği". Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi, 14, 117-133.
Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches. Sage Publications.
Çelik, A. (2017). Gece eğlencesi girls night: Yeni moda Türkiye'de bekarlığa veda partisi kutlamaları. [PDF Belgesi].
Dokumacı, A. (2023). Osmanlı hamamlarında sosyalleşme buluşmaları. GAB AKADEMİ, 3(1), 131-143.
Eyice, S. (1997). Hamam. TDV İslam Ansiklopedisi, C. XV, 433-434.
Eyice, S. (2006). Tarih boyunca İstanbul. Etkileşim Yayınları.
Gürbüz, M. (2019). Türkiye'de dini kesimin eğlence anlayışı. [PDF Belgesi].
Kılıç, Z. (2019). Gaziantep il merkezinde performans bağlamında kadın dans grupları ve kadın orkestraları. [PDF Belgesi].
Massey, D. (1994). Space, place, and gender. University of Minnesota Press.
Neuendorf, K. A. (2017). The content analysis guidebook. Sage Publications.
Oğuz, M. Ö. (2011). Mardin'de geleneksel kadınlar arası eğlenceler. [PDF Belgesi].
Taşçıoğlu, T. (1998). Türk hamamı. Ünilever Yayınları.
Ürük, F. Z. (2016). Medeniyetler içinde hamamın gelişimi ve kültürel olarak mekan analizleri. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(28), 188-202.
Yılmaz, S., & Acar, H. (2018). Kız kıza eğlence mezuniyet kınası. [PDF Belgesi].
Yılmazkaya, O. (2002). Aydınlık kubbenin altındaki sıcaklık: Türk hamamı. Çitlenbik Yayınları.
Sosyal Medya Kaynakları
Agisim01. (2025, 22 Ocak). HELAL ALEM GECE KULUBÜ 🤪 Baska da bi yorumum yoktur *** bey [Video]. X. https://x.com/agisim01/status/1882096334074998891
Aykiricomtr. (2025, 2 Mayıs). Muhafazakar kınalardan sonra yeni akım başladı; muhafazakar kulüp… Sadece kadınların girebildiği etkinlikte DJ'lik yapan Fatma Civelek bu görüntüleri paylaştı [Video]. X. https://x.com/aykiricomtr/status/1918211950099705966
Biletix. (2025, 27 Ağustos). Biz Bize, Kız Kıza! Kadınlar Matinesi… 💏 Swissôtel Chalet Garden'da bu kez sahne sadece kadınlar için! [Gönderi]. X. https://x.com/Biletix/status/1960688920443666488

Daily_magazin. (2025, 26 Kasım). Dubai'ye taşınan Safiye Soyman, Arap kadınlara özel kadınlar matinesi düzenlemeye başladı [Video]. X. https://x.com/daily_magazin/status/1993756426292834696
Darmody2021. (2025, 20 Ağustos). Be absürdü? Kadınlar matinesi denen şey, ben çocukken de vardı. Öncesi bile var bir 55 yıldır vardır hatta [Gönderi]. X. https://x.com/darmody2021/status/1958152106612752567
HaberturkTV. (2025, 7 Mayıs). Yeni nesil kadınlar matinesi Kadınlar matinesine muhafazakar DJ [Video]. X. https://x.com/HaberturkTV/status/1920007440512246070
Kepezbelediyesi. (2025, 26 Kasım). Kadınlar Matinesi Başlıyor! 🎉 30 Kasım Pazar, saat 15.00 – 17.00 [Gönderi]. X. https://x.com/kepezbelediyesi/status/1993584811819057559
Metropolmedya_. (2025, 9 Temmuz). Sosyal medya fenomeni Mert Sarıc, Kayseri'de düzenlediği Kadınlar Matinesi'nde başına gelenleri paylaştı [Video]. X. https://x.com/metropolmedya_/status/1943016471782695046
MywayTurkey. (2025, 5 Eylül). Kadınlar matinesi sanırım... Ama DJ 10 numara... 👌 💃 💃 💃 💃 [Video]. X. https://x.com/mywayTurkey/status/1964054345969762361
Sevdaturkusev. (2025, 14 Kasım). "Kadınlar Matinesi" adı Altında "Sosyal Çürüme" çalışması olmuş. Kadınlar eğlenecek başka bir Şarkıcı bulamamışlar mı acaba? Yazık [Video]. X. https://x.com/sevdaturkusev/status/1989271754553061437
Yirmiucderece. (2025, 15 Mart). Eğleniyor muyuz? Gece kulübüne gidemeyen kadınlar için "alternatif" olarak önerilen eğlence: "Kadınlar matinesi" [Video]. X. https://x.com/yirmiucderece/status/1900859195194294427
ZamHaberAjans. (2024, 10 Mayıs). Kayseri'deki bir kıraathane, iki haftada bir çay içmeleri ve okey oynamaları için kadınlara tahsis edildi [Video]. X. https://x.com/ZamHaberAjans/status/1788927795910885570

BİR PARASOSYAL İLİŞKİ ÖRNEĞİ OLARAK DİLAN POLAT

Doç. Dr. Süleyman YURTTAŞ
Bayburt University, Faculty of Humanities and Social Science, Department of sociology,69000 Merkez, Bayburt.
ORCID:0000-0002-0631-5252
Yl. Öğr. Sema MELEKOĞLU
Bayburt University, Faculty of Humanities and Social Science, Department of sociology,69000 Merkez, Bayburt.
ORCID: 0009-0005-5752-685X

ÖZET

Yapılan bu çalışma, sosyal medya fenomeni Dilan Polat ile takipçileri arasında var olan etkileşimleri parasosyal ilişki kuramı çerçevesinde ele almaktadır. Polat, lüks yaşam tarzı ve hızla zenginleşmesi ile tanınmış, sonrasında kara para aklama ve vergi kaçakçılığı gibi birçok suçlamalarla tutuklanmıştır. Buna karşın Polat, bu süreçte takipçilerinden yoğun duygusal destek almaya devam etmiştir. Çalışma bu bilgilerden hareketle bir sosyal medya fenomeninin itibarının ve güvenilirliğinin sarsıldığı durumlarda dahi parasosyal bağların nasıl sürdürülebildiğini incelemiştir. Çalışmada, nitel araştırma tekniklerinden tematik analiz kullanılmıştır. 1 Kasım 2023 – 1 Kasım 2024 tarihleri arasında Twitter/X platformunda "Dilan Polat" etiketiyle paylaşılan ve parasosyal etkileşim göstergeleri içeren 400 tweet, amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilerek analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, takipçilerin Polat ile duygusal yakınlık, özdeşleşme, savunma ve destekleme, bağlılık ve bağımlılık, affetme ve hoşgörü gibi temalar etrafında güçlü parasosyal bağlar geliştirdiğini ortaya koymuştur. Takipçilerin Polat'ın yaşadığı zorlukları kendi hayatlarındaki kırılganlıklarla ilişkilendirdiği görülmüştür. Takipçilerin Polat'ı bir "arkadaş" gibi görüp hatalarına rağmen onu savundukları ve tutukluluk sürecinde serbest kalmasını umutla bekledikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yapılan çalışma, sosyal medyanın sağladığı yoğun ve sürekli etkileşim ortamının, fenomenin itibar çöküşünde bile parasosyal bağları güçlü tutabildiğini göstermektedir. Bu durum, parasosyal ilişkinin, fenomenin "ahlaki" ya da "yasal" konumundan ziyade takipçilerin duygusal ihtiyaçlarını karşılama ve kimlik inşası potansiyeliyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Parasosyal İlişki, Sosyal Medya, Dilan Polat, Tematik Analiz

DILAN POLAT AS AN EXAMPLE OF PARASOCIAL RELATIONSHIP

ABSTRACT

This study examines the interactions between social media influencer Dilan Polat and her followers within the framework of parasocial relationship theory. Polat became known for her

luxurious lifestyle and rapid enrichment, and was subsequently arrested on numerous charges including money laundering and tax evasion. Despite this, Polat continued to receive intense emotional support from her followers throughout this period. Based on this information, the study examined how parasocial bonds can be maintained even when a social media influencer's reputation and credibility are undermined. The study employed thematic analysis, a qualitative research technique. 400 tweets containing indicators of parasocial interaction, shared on the Twitter/X platform between November 1, 2023, and November 1, 2024, with the hashtag "Dilan Polat" were selected and analyzed using purposive sampling. The study's findings revealed that followers developed strong parasocial bonds with Polat around themes such as emotional closeness, identification, advocacy and support, commitment and dependency, forgiveness, and tolerance. Followers were observed to relate Polat's challenges to vulnerabilities in their own lives. It was determined that followers viewed Polat as a "friend," defended him despite his mistakes, and eagerly awaited his release during his detention. In conclusion, the study demonstrates that the intense and constant interaction provided by social media can maintain strong parasocial bonds even when the influencer's reputation has declined. This suggests that parasocial relationships are more related to the potential for meeting followers' emotional needs and building identity than to the influencer's "moral" or "legal" standing.

Keywords: Parasocial Relationship, Social Media, Dilan Polat, Thematic Analysis

1. GİRİŞ

1.1. Parasosyal İlişki Kavramı ve Kuramsal Çerçeve

Medya teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla, izleyiciler ve medya figürleri arasında özgün bir ilişki biçimi ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, Horton ve Wohl (1956, s. 215) tarafından "parasosyal etkileşim" kavramı geliştirilmiştir. Bu ilişki biçimi psikolojik ve sosyal boyutlarıyla incelenmiş ve “parasosyal etkileşim/ilişki” medya tüketicileri ile medya figürü arasındaki hayali bir ilişki olarak tanımlanmıştır. Bu açıklamalarda izleyicinin medya figürüyle gerçek bir arkadaş gibi duygusal bağ kurduğu ve hayatına yatırım yaptığı vurgulanmıştır.

Medya figürünün tekrarlayan gösterimleri zamanla bu etkileşimin kalıcı bir bağa dönüşmesini sağlamaktadır. Bu bağ, literatürde "parasosyal ilişki" olarak adlandırılmaktadır (Rubin, Perse & Powell, 1985, s. 156). Bu nedenle, parasosyal ilişki izleyicinin medya figürüne karşı sürekli bağlılık, özdeşleşme ve duygusal yakınlık hissetmesini kapsamaktadır. Ancak bu etkileşimde medya figürü izleyicinin varlığından haberdar değildir ve ilişki tamamen izleyicinin zihninde kurulmaktadır. Buna karşın, bu tek taraflı yapı ilişkinin gücünü azaltmamaktadır. Nitekim, izleyiciler bu bağa önemli duygusal anlamlar yüklemektedir.

Giles (2002, s. 282), parasosyal ilişkilerin izleyicilerin sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir etkisinin olduğunu vurgulamaktadır. Yalnızlık, sosyal izolasyon ve düşük benlik saygısı gibi durumlarda bireyler parasosyal ilişkiler aracılığıyla aidiyet ve destek bulabilmektedir. Bu süreçte, medya figürleri de izleyicilerine güvenli duygusal yatırım alanları sunmaktadır. Çünkü parasosyal ilişkide reddedilme ve çatışma riskleri gerçek ilişkilerden daha düşüktür. Diğer taraftan, parasosyal ilişkiler izleyicilerin kimlik inşası ve toplumsal normları öğrenmesine de katkı sağlamaktadır. Medya figürleri rol model işlevi görerek izleyicilere rol model olmaktadır.

Türkiye'de yapılan çalışmalar da parasosyal etkileşimin farklı medya türlerinde yaygın olduğunu göstermektedir. Güven (2019, s. 45), medya figürleriyle kurulan parasosyal etkileşimin kültürel değerlerin aktarımında etkili olduğunu belirtmektedir. Özellikle televizyon dizilerinde karakterlerle kurulan duygusal bağlar toplumsal normların yeniden üretimine katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde, K-pop hayranları üzerinde yapılan araştırmalar, parasosyal ilişkilerin eğlence tüketiminin ötesinde kimlik inşası ve bir topluluk oluşturma pratiği olduğunu ortaya koymuştur (Kara & Öztürk, 2021, s. 112).

Sosyal medyanın yaygınlaşması, parasosyal ilişkilerin doğasını ve yoğunluğunu da dönüştürmüştür. Geleneksel medyada izleyiciler medya figürleriyle belirli zaman ve platformlarda (örneğin sadece pazartesi günleri akşam saatinde ve sadece "X" TV kanalında) karşılaşırken, sosyal medya bu etkileşimi kesintisiz ve çok yönlü hale getirmiştir (Labrecque, 2014, s. 136). Bu haliyle sosyal medya zaman ve mekân kısıtlamalarına takılmadan parasosyal etkileşimler için uygun bir alana dönüşmüştür.

Twitter/X, Instagram, TikTok ve YouTube gibi dijital platformlar, sosyal medya figürlerine, takipçileriyle doğrudan iletişim kurma ve özel/mahrem anlarını paylaşma imkânı sunmaktadır. Bu nedenle parasosyal ilişkiler zamana ve mekâna bağlı olmaksızın daha yoğun, kişisel ve etkileşimli hale gelmiştir. Geleneksel medya organlarından farklı olarak takipçiler, medya figürünün paylaşımlarına beğeni, yorum ve başka paylaşımlarla aktif tepkiler verebilmektedir.

İlişki içerisinde aktif olan takipçiler açısından yakınlık ve samimiyet algısı da yükselmektedir. Bu noktada Chung ve Cho (2017, s. 485), sosyal medyada parasosyal ilişkilerin gelişiminde "algılanan etkileşim" ve "algılanan yakınlık" faktörlerinin önemli olduğunu belirtmektedir. Fenomenlerin takipçileriyle doğrudan iletişim kurması, takipçilerin soruları yanıtlaması ve günlük yaşam paylaşımları, takipçilerde güçlü yakınlık ve samimiyet algısı yaratmaktadır. Bu algı, karşılıklı ilişki olmasa da takipçilerin fenomeni kişisel bir arkadaş gibi hissetmesini sağlamaktadır. Ayrıca, sosyal medya algoritmaları kullanıcıları sürekli bu içeriklere maruz

bırakarak sosyal medya figürü ve takipçileri arasında halihazırda var olan bağı güçlendirmektedir.

1.2. Bir Sosyal Medya Figürü/Fenomeni Olarak Dilan Polat

Dilan Polat, Türkiye'nin sosyal medya alanında son yılların en çok tartışılan figürlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kariyerine doğum fotoğrafçısı olarak başlayan Polat, eşi Engin Polat ile kurduğu güzellik merkezleri zinciriyle hızla zenginleşmiş ve bu süreçte sosyal medya üzerinden milyonlarca takipçi kazanmıştır. Instagram'da yaklaşık 6-7 milyon, TikTok'ta 1,5 milyon ve YouTube'da 815 bin takipçisi bulunmaktadır. Polat, bir "yaşam tarzı influencer'ı" olarak, lüks arabalar, özel jetler, pırlantalar ve şatafatlı kutlamalarla dolu bir yaşam tarzını sürekli olarak takipçileriyle paylaşmıştır. Bu paylaşımlar, takipçilerinde hayranlık uyandırırken, toplumsal merak ve tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Cumhuriyet gazetesinin 15 Ekim 2023 tarihli "Geçmişten günümüze Dilan Polat ve lüks yaşantısına ait paylaşımlar" başlıklı haberinde, Dilan Polat'ın sosyal medya platformlarında uzun yıllar boyunca sergilediği gösterişli yaşam tarzı kapsamlı biçimde incelenmektedir; haberde Polat'ın fotoğrafçılık geçmişinden başlayarak güzellik merkezleri kurduğu iş yaşamına uzanan süreçte lüks tüketim pratiklerinin giderek görünür hâle geldiği, bu doğrultuda özel jet, lüks araçlar, yüksek maliyetli hediyeler, abartılı doğum günü kutlamaları ve Dubai'de para banknotlarıyla yapılan saç tasarımı gibi paylaşımlar aracılığıyla "görünür zenginlik" temelli bir kimlik inşa ettiği vurgulanmaktadır. (Cumhuriyet,2023)

Ancak, 2023 yılının sonlarında Polat'ın yükselişi sekteye uğramıştır. 1 Kasım 2023'te İstanbul merkezli 6 ilde düzenlenen operasyonla Polat, eşi ve ailesinden çok sayıda kişi gözaltına alınmıştır. Soruşturma sonucunda, Dilan'a "suç işlemek amacıyla örgüt kurma", "suçtan kaynaklanan mal varlığı değerlerini aklama", "Vergi Usul Kanunu'na muhalefet" ve "yasa dışı bahis" gibi suçlamalar yöneltilmiştir. MASAK raporlarında Polat çiftinin firmalarının sahte faturalarla 200 milyon lira para girişinde bulunduğu ve bu paraların transfer edilerek gayrimenkul ve lüks araçlara yatırıldığı belirtilmiştir (BBC News Türkçe, 2023). Hürriyet haber sitesinin 2 Kasım 2023 tarihli "Dilan Polat ve Engin Polat çiftine ait lüks araçlar emniyette sergilendi" başlıklı haberine göre, kara para aklama iddiaları kapsamında haklarında soruşturma yürütülen Engin Polat ve Dilan Polat, gerçekleştirilen operasyon sonucunda gözaltına alınmıştır. Operasyonun ardından çiftin ikametgâhları ile iş yerlerinde bulunan araçlar, çekiciler aracılığıyla İstanbul Emniyet Müdürlüğü'ne götürülmüş ve burada kamuoyunun erişimine açık biçimde sergilenmiştir. (Hürriyet,2023)

Polat çifti, dört gün süren ifade işlemlerinin ardından tutuklanmış, şirketlerine kayyum atanmıştır. Yeni iddianamede ise 7 şirkette gerçekte olmayan mal alış-satışları ve yüksek miktarda sahte fatura düzenlendiği, bu işlemlerden dolayı kamunun 510 milyon lira zarara uğratıldığı iddia edilmiştir (BBC News Türkçe, 2024). Dilan Polat için 6 ile 16 yıl arası, Engin Polat için 15 ile 40 yıl arası hapis cezası talep edilmiştir. Polat savunmasında mali işlere karışmadığını belirtirken, Engin Polat sahte fatura iddialarını vergi işlemlerde gerçekleşen bir hata olarak nitelendirmiştir. Hürriyetin 28 Kasım 2024 tarihinde "Vergi suçu soruşturması tamamlandı... Dilan Polat: Vergi borcumuz olduğu zaman nereye ödüyoruz bilmiyorum." Başlıklı haberinde Anadolu Cumhuriyet Başsavcılığı tarafından yürütülen soruşturmada, toplam yedi şirket üzerinden "Vergi Usul Kanunu'na muhalefet" suçlamasıyla hazırlanan iddianamelerde Dilan Polat, Engin Polat, Sezgin Polat, Alper Kürşat Polat, Ahmet Gün ve Tolunay Topal sanık olarak yer aldı. İddianamelere göre sanıkların bir kısmı, gerçek bir mal veya hizmete dayanmayan sahte belgeleri bilerek kullanarak vergi kaybına yol açtı; diğer kısmı ise muhasebe hileleri ve sahte fatura düzenlemeleriyle kamuyu zarara uğrattı. Bilirkişi raporlarında, bu işlemler sonucunda yedi şirket üzerinden kamuya toplam 295 milyon 131 bin 368 lira zarar verildiği belirtildi. (Hürriyet,2024)

Yaklaşık 10 ay tutuklu kaldıktan sonra Polat çifti 2024 yılının Ağustos ve Eylül aylarında tahliye edilmiştir. Dava süreci devam etmekte ve toplam 28 sanığın yargılandığı davada Polat için 40 yıla kadar hapis cezası istenmektedir (BBC News Türkçe, 2024). Yaşanan bu gelişmeler bir taraftan Polat'ın kamusal imajını zedelemiş diğer taraftan da takipçi sayılarında bir artış yaşanmıştır. Onedio 06.09.2024 tarihinde yayımlanan haberde, Engin Polat'ın tahliyesi sonrasında sosyal medya faaliyetlerine yeniden başlayan Dilan Polat'ın takipçi sayısında artış görüldüğü belirtilmektedir. (Onedio,2024)

Bu konuda Çakar ve Eşidir'in (2024, s. 8), yapmış olduğu çalışmada Polat'ın suçlanma, mahkeme ve tutukluluk süreçlerinin küresel gündemleri dahi gölgede bıraktığı belirtmiştir. Bu bilgiler dikkate alındığında Polat'ın, sadece bir sosyal medya fenomeni olmadığı toplumsal bir olgu haline dönüştüğü söylenebilir.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, Dilan Polat ile takipçileri arasında gerçekleşen parasosyal ilişkinin doğasını, dinamiklerini ve sınırlarını anlamaktır. Özellikle, medya figürünün itibarının ve güvenilirliğinin ciddi şekilde sarsıldığı bir durumda parasosyal bağların nasıl sürdürüldüğü araştırmanın merkezinde yer almaktadır.

Geleneksel parasosyal ilişki çalışmaları var olan ilişkilere genellikle olumlu bağlamlarda odaklanmaktadır. Polat vakası ise başlangıçta olumlu hikayelerle bezenmiş bir ilişki örneği olsa da sonradan yaşanan gelişmeler durumu farklı bir perspektiften ele almayı gerektirmektedir. Bu noktada, "Medya figürü olumsuz durumlarla veya ahlaki ve yasal suçlamalarla karşılaştığında, parasosyal bağlar çözülür mü? Yoksa bu bağlar güçlenir mi?" sorusu önem kazanmaktadır.

Bu sorular sosyal medya çağının toplumsal dinamiklerini anlamak açısından da bir öneme sahiptir. Bilindiği gibi sosyal medya, bireylerin bilgi edinme, kimlik inşa etme ve duygusal tatmin arama biçimlerini değiştirmiştir. Fenomenler artık yalnızca eğlence veya ilham kaynağı değil, bireylerin dünyayı anlamlandırdığı, değerlerini şekillendirdiği referans kaynaklarıdır. Bu değerlendirmeler araştırmanın amacının şekillenmesinde etkili olmuştur.

Sonuç olarak bu çalışma, Dilan Polat örneğini üzerinden sosyal medya fenomenliği ve parasosyal ilişkilerin farklı yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Tematik analizle takipçilerin ifadeleri incelenerek, bu ilişkinin altında yatan duygusal mekanizmalar, özdeşleşme pratikleri, savunma stratejileri ve affetme dinamikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece parasosyal ilişkilerin sadece bir eğlence tüketimi olmadığı, bireylerin rasyonel, ahlaki ve sosyal algılarını etkileyen güçlü bir olgu olduğu gösterilmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, dijital parasosyal etkileşimlerin Twitter/X platformundaki kullanıcı yorumları üzerinden incelendiği nitel bir araştırmadır. Araştırmanın temel amacı, "kamusal imajı ciddi şekilde sarsılmış" bir medya figürü olan Dilan Polat ile takipçileri arasındaki duygusal bağın dinamiklerini derinlemesine anlamaktır. Bu bağlamda araştırmada yorumlayıcı paradigma benimsenmiş ve zengin veri içeriğini korumak için tematik analiz uygulanmıştır.

2.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Twitter/X üzerinden Dilan Polat'ı takip eden ve ona ilişkin tweet paylaşan kullanıcılar oluşturmaktadır. Twitter/X, Türkiye'de en aktif sosyal medya platformlarından biri olup anlık duygu ve düşüncelerin paylaşıldığı bir ortamdır. Bu nedenle uygun veri kaynağı olarak Twitter/X platformu seçilmiştir. Araştırmanın örneklemi amaçlı örnekleme yöntemiyle oluşturulmuştur. Bu yöntemle, parasosyal etkileşim göstergeleri taşıyan zengin içerikli veriler hedeflenmiştir.

Örneklem, 1 Kasım 2023 – 1 Kasım 2024 tarihleri arasında "dilan polat" etiketiyle paylaşılan ve parasosyal etkileşim unsurları (duygusal yakınlık, özdeşleşme, savunma, övgü, hayal kırıklığı vb.) içeren 400 tweetten oluşmaktadır. Belirlenen tarih aralığı, Polat'ın tutukluluk ve

dava sürecini kapsamaktadır. Bu tarih aralığı parasosyal bağın gücünü test etmek için stratejik olarak seçilmiştir.

2.2. Veri Toplama Süreci

Veriler, Twitter/X'in arama işlevi ve erişime açık üçüncü taraf arşivleme araçları kullanılarak manuel olarak toplanmıştır. Veri setinden tekrar eden, anlamsız veya Polat ile doğrudan ilişkili olmayan paylaşımlar çıkarılarak veri ayıklama işlemine tabi tutulmuştur. Ayrıca bot hesaplar ve spam içerikler tespit edilip örneklem dışında bırakılmıştır. Bu filtreleme, analizin güvenilirliğini ve geçerliliğini arttırmıştır.

2.3. Etik İlkeler ve Anonimleştirme

Veri analizi etik kurallara uygun bir şekilde yürütülmüştür. Katılımcıların mahremiyeti korunarak tüm veriler anonimleştirilmiştir. Kullanıcı adları, profil bilgileri ve tanımlayıcı diğer veriler metinden çıkarılmış, her tweet bir kodla etiketlenmiştir ("T001", "T002" vb.). Bu işlem, katılımcıların dijital kimliklerini korumak ve olası olumsuz sonuçlardan korumak amacıyla yapılmıştır.

2.4. Tematik Analiz Süreci

Anonimleştirilmiş veri, parasosyal etkileşim literatüründen türetilen ön kodlar çerçevesinde tematik analize tabi tutulmuştur. Analizde Braun ve Clarke (2006) tarafından önerilen altı aşamalı süreç izlenmiştir:

1. **Veriye aşina olma:** Tweetler birkaç kez okunarak genel anlayış oluşturulmuş, içerik, ton ve bağlam hakkında notlar alınmıştır.
2. **Başlangıç kodlarının oluşturulması:** Anlamlı veri birimlerine kodlar atanmıştır. Kodlar hem literatürden türetilmiştir hem de verilerden elde edilen yeni kodları kapsamaktadır.
3. **Temaların araştırılması:** Kodlar benzerliklerine göre gruplanarak potansiyel temalar oluşturulmuştur.
4. **Temaların gözden geçirilmesi:** Temalar veriye uygunluk açısından değerlendirilmiş, bazıları birleştirilmiş ya da alt temalara ayrılmıştır.
5. **Temaların tanımlanması ve isimlendirilmesi:** Her tema net olarak tanımlanmış ve isimlendirilmiştir. Temaların anlamı ve içerdiği veriler detaylandırılmıştır.

6 **Raporun yazılması:** Analiz sonuçları raporlaştırılmış ve somut örnek tweetlerle desteklenmiştir. (Anlam ve duygu kaybına imkân saplamadan Twetlerdeki yazım ve imla hataları araştırmacılar tarafından düzenlenerek sunulmuştur.)

3. BULGULAR

Twitter/X platformundan toplanan 400 tweet üzerinde yapılan tematik analiz, Dilan Polat ile takipçileri arasında çok katmanlı ve derin bir parasosyal ilişkinin geliştiğini göstermiştir. Analiz sonucunda altı ana tema belirlenmiştir:

- Duygusal Yakınlık,
- Bağlılık ve Bağımlılık,
- Affetme ve Hoşgörü,
- Savunma ve Destekleme,
- Özdeşleşme,
- Arkadaş Gibi Görme.

Bu temalar, takipçilerin Polat'ı sadece bir medya figürü olarak değil, hayatlarının bir parçası, duygusal yatırım nesnesi ve kişisel yansıma olarak gördüğünü ortaya koymaktadır.

Tema	**Tweet Sayısı**	**Yüzdelik Dağılım**	**Tanım**
Duygusal Yakınlık	125	%34,1	Polat'a karşı derin sevgi, sempati ve empati besleme. Üzüntüsünü paylaşma.
Bağlılık ve Bağımlılık	95	%25,9	Polat'la ilgili gelişmeleri takip etme ve paylaşım yapmadığı zamanlarda eksiklik hissetme.
Affetme ve Hoşgörü	85	%23,2	Polat'ın hatalarını "insani zaaf" olarak görme. Polat'a karşı hoşgörülü olma.
Savunma ve Destekleme	77	%21,0	Polat'a yönelik eleştirilere karşı aktif savunma. Polat'ın yanında olduğunu belirtme.
Özdeşleşme	45	%12,3	Polat'ın yaşadıklarını kendi hayatındaki kırılganlıklarla ilişkilendirme.
Arkadaş Gibi Görme	44	%12,0	Polat'ı sanal bir arkadaş gibi algılama ve ona dostça destek olmayı isteme.

Tablo 1: Tematik Analiz Sonuçlarının Dağılımı

3.1. Duygusal Yakınlık: "Onu Tanımıyorum Ama Sanki Yıllardır Hayatımdaymış Gibi"

Verilerin analiz sonuçlarına göre “Duygusal Yakınlık” en baskın temadır (%34.1). Takipçiler, Polat’ı kişisel olarak tanımasalar da ona karşı derin sevgi, empati ve sempati beslemektedir. Bu bağlamda, Polat’ın yaşadığı olumsuzlukları sanki kendi sevdiklerinin başına gelmiş gibi hissetmektedirler. Bu temaya dahil edilen tweetlerde Polat’ın gözaltı veya mahkeme görüntüleri gibi olumsuz durumlar karşısında “için burkulması”, “kalbinin sıkışması” ve “ağlama isteği” gibi güçlü duygusal tepkiler verildiği görülmektedir.

Örneğin, “Dilan’ın gözaltı görüntülerini görünce sanki bir arkadaşımı görmüş gibi üzüldüm” (T044) ifadesi, bu temanın özünü yansıtmaktadır. Burada Polat takipçiler tarafından bir “arkadaş” gibi algılanmakta ve onun acısı özdeşleşilerek yaşanmaktadır. Başka bir tweette, “Onu tanımıyorum ama sanki yıllardır hayatımdaymış gibi… Böyle kötü günlerinde yanında olmak isterdim” (T339) denilerek, fiziksel ve sosyal mesafeye rağmen kurulan hayali yakınlık vurgulanmıştır.

Duygusal yakınlık, takipçilerin Polat’a karşı koruyucu tutumu da içermektedir. “Dilan’a çok kızdığım zamanlar oldu ama yine de bu haberleri görünce kalbim sıkışıyor” (T078) ifadesi, duygusal bağın “Dilan’ın hatalarına” rağmen devam ettiğini göstermektedir.

3.2. Bağlılık ve Bağımlılık: "Onu Görmediğim Gün Kendimi Eksik Hissediyorum"

Bağlılık ve Bağımlılık teması (%25,9) takipçilerin Polat’ın hayatındaki gelişmeleri bir rutin haline getirdiğini göstermektedir. Takipçiler davranışsal olarak Polat’a bağlıdır ve Polat’ın içeriklerini takip etmeyi bir ihtiyaç olarak görmektedirler.

Örneğin, “Onu görmediğim gün kendimi eksik hissediyorum” (T225) ifadesi, Polat’ın takipçinin günlük yaşamında önemli yer tuttuğunu göstermektedir. Polat’ın takipçileriyle etkileşim kuramaması takipçilerinde bir boşluk yaratmaktadır. Bu durum da bağımlılık kavramıyla ilişkilendirilmiştir.

Diğer taraftan veri analiz sonuçları takipçilerin geleceğe dair bir beklenti içinde olduğunu da göstermektedir. “Dilan’ın ilk paylaşımını görmeyi dört gözle bekliyorum” (T169) ifadesi, takipçilerin heyecanını ve umudunu yansıtmaktadır.

Bağlılık teması, takipçilerin Polat’ın dava sürecini yakından izlediğini ve bu sürece yoğun duygusal tepkiler verdiğini göstermektedir. Bu durum, parasosyal ilişkilerin gerçek sosyal ilişkilerle rekabet edebileceğini göstermektedir.

3.3. Affetme ve Hoşgörü: "Dilan Hata Yaptı Diye Tamamen Silinmez Ki"

Affetme ve Hoşgörü teması (%23,2), takipçilerin Polat'a yönelik suçlamalar karşısında geliştirdikleri bilişsel ve duygusal savunma mekanizmasını göstermektedir. Takipçilerin bazıları Polat'ın hataları kabul etmekle birlikte Polat'ı tamamen olumsuzlaştırmadıkları görmemektedir.

"Dilan hata yaptı diye tamamen silinmez ki… İnsan sevdiğine kızsa da bırakmaz" (T243) ifadesi, takipçilerin sadakat normlarını yansıtmaktadır. Parasosyal ilişkinin gerçek ilişkilerle benzerliği bu temada daha net bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bazı kullanıcılar içsel çatışmalar da yaşamaktadır. "Bazen 'yeter artık' diyorum ama sonra bir anda Dilan'ı savunurken buluyorum kendimi" (T369). Bu durum takipçilerin sahip olduğu rasyonel yargı ile duygusal bağlılık arasındaki çatışmayı göstermesi açısından önemli bir göstergedir.

Ayrıca takipçilerin Polat'a yönelik suçlamaları minimize etme veya hafifletme eğiliminde olduğu da görülmektedir. Takipçiler, Dilan'a yönelik suçlamaları "hata", "yanlışlık" veya "insani zaaf" olarak tanımlayarak bu suçlamaların ciddiyetini azaltmaktadırlar.

3.4. Savunma ve Destekleme: "Herkes Ona Yükleniyor Ama Ben Hâlâ İçinde İyi Biri Olduğuna İnanıyorum"

Savunma ve Destekleme teması (%21,0), takipçilerin Polat'ı aktif biçimde savunduğunu göstermektedir. Takipçiler sosyal medya ve kamuoyundaki eleştirilere karşı bir duruş sergilenmektedir. "Herkes ona yükleniyor ama ben hâlâ içinde iyi biri olduğuna inanıyorum" (T052) ifadesi, takipçilerin Polat'a olan inancını yansıtmaktadır. Takipçiler, dış eleştirilerin aksine kendi değerlendirmesine güvenmektedir. "Her şeye rağmen Dilan'ı destekliyorum. İnsan bu, hata yapabilir. Umarım dayanabilir" (T325) ifadesi, Dilan'a verilmeye çalışılan moral desteği göstermektedir.

Ayrıca takipçiler Polat'a yönelik eleştirileri kendilerine yönelik kişisel bir saldırı olarak da algılamaktadır. Bu, parasosyal bağın takipçinin kimliğinin bir parçası haline geldiğini göstermektedir.

3.5. Özdeşleşme: "Onun Yaşadıkları Bana Kendi Hayatımdaki Kırılganlıkları Hatırlatıyor"

Özdeşleşme teması (%12,3), takipçilerin Polat'ın deneyimlerini kendi yaşamlarıyla ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu tema, parasosyal ilişkinin derin psikolojik boyutunu

yansıtmaktadır “Onun yaşadıkları bana kendi hayatımdaki kırılganlıkları hatırlatıyor” (T182) ifadesi, yansıtmalı özdeşleşmenin bir örneğini oluşturmaktadır. Takipçiler Polat’ın yaşadığı olumsuzlukları kendi hayatlarına ayna tutarak anlamlandırmaya çalışmaktadır.

Polat’ın mahkeme ve tutuklama sürecinde yaşadığı olumsuz durumlar takipçilerde duygusal etki oluşturmaktadır. “Dilan’ın sesi titreyince ben de duygulandım… Eşim ‘Neden ağlıyorsun?’ diye sordu. Ben de ‘Sen anlamazsın.’ dedim. (T057) ifadesi, ilişkinin farkındalığını ve derinliğini göstermektedir.

Diğer taraftan takipçiler Polat’ı rol model olarak da görmektedir. Onun zenginleşme ve ünlü olma hikayesi takipçilerine başarı umudu vermektedir. Ancak yaşadığı olumsuz durumlar takipçilerin kendi başarısızlıklarıyla ve hayal kırıklıklarıyla yüzleşmelerine de neden olmaktadır.

3.6. Arkadaş Gibi Görme: "Sanki Bir Arkadaşımı Görmüş Gibi Üzüldüm"

Arkadaş Gibi Görme teması (%12,0), parasosyal ilişkinin ileri düzeyini temsil etmektedir. Takipçiler Polat’ı bir sosyal medya figürü olarak değil, hayatında önemli bir yeri olan bir arkadaş olarak algılamaktadır. “Dilan’ın gözaltı görüntülerini görünce sanki bir arkadaşımı görmüş gibi üzüldüm” (T261) ifadesi bu algının somut örneğidir. Yine, “Onu tanımıyorum ama sanki yıllardır hayatımdaymış gibi.” (T390) ifadesi, takipçilerin Polat’la uzun süreli ilişkideymiş gibi hissettiğini göstermektedir.

4. TARTIŞMA

Bu araştırmada, sosyal medya fenomeni Dilan Polat ile takipçileri arasındaki ilişki parasosyal etkileşim kuramı çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmada bir sosyal medya figürünün itibarının ve güvenilirliğinin çöktüğü durumlarda dahi parasosyal bağların ne kadar dirençli olabileceği ortaya konulmuştur. Bulgular, takipçilerin Polat ile yüzeysel bir hayranlıktan öte, duygusal yakınlık, özdeşleşme, savunma ve affetme dinamikleriyle örülü güçlü bir bağ geliştirdiğini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, parasosyal ilişkinin temelinde medya figürünün ahlaki üstünlüğünün değil, izleyicinin duygusal dünyasında boşluğu doldurma ve bir kimlik projesi sunma kapasitesinin olduğunu göstermektedir. Takipçiler bir yandan Polat’ın lüks yaşamına hayranlık duyarken diğer yandan mahkeme ve tutuklanma sürecinde Polat’ın “hatalarını” empati yoluyla değerlendirebilmişlerdir. Bu durum, Giles’in (2002, s. 282) izleyicinin sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarını telafi etme işlevi görüşüyle uyum göstermektedir.

Takipçilerin Polat'ı "arkadaş" gibi görerek onun "hatalarını" savunması, etkileşim yapmadığında eksiklik hissetmesi, Polat'ın geleceğine dair beklentiye girmesi ise çalışmanın önemli sonuçlarından birine delil olmaktadır. Şöyle ki parasosyal ilişkiler tek taraflı olmasına rağmen kişilerarası ilişkilerdeki sadakat ve duygusal yatırım gibi özellikleri sergileyebilmektedir (Tukachinsky, 2010, s. 75). Yine, takipçilerin affetme eğilimi parasosyal ilişkilerin gerçek ilişkilerle benzer özellik taşıdığını göstermektedir. Gerçek ilişkilerde olduğu gibi, affetme ilişkinin devamlılığını sağlamaktadır. Polat'ın takipçileri de benzer biçimde affetme mekanizması geliştirmiştir.

Dilan Polat olgusunun dikkat çekici diğer bir yönü de ciddi suçlamalar ve itibar çöküşü karşısında bile parasosyal etkileşim ile kurulan bağın kopmamasıdır. Geleneksel ünlü-hayran ilişkilerinde ahlaki skandallar genellikle bağların çözülmesine yol açar. Buna karşın, Polat örneğinde takipçiler savunma ve koruma eğilimi göstermiştir. Bu durum sosyal medyanın "yankı odaları" ve "filtre balonları" etkisiyle açıklanabilir. Bu kolektif savunma mekanizması parasosyal bağı bireysel histen çıkarıp kolektif bir kimlik haline getirmiştir. Takipçiler bu yolla sadece Polat'ı değil, kendi değer ve seçimlerini de savunma fırsatı yakalamışlardır.

Affetme ve hoşgörü teması, takipçilerin Polat'a yönelik suçlamalarla başa çıkmak için geliştirdiği bilişsel stratejileri yansıtmaktadır. Suçlar "hata", "yanlışlık" veya "insani zaaf" olarak tanımlanarak suçun ciddiyeti azaltılmaktadır.

4.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, sadece Twitter/X platformundaki tweetler analiz edilmiştir. Bu konuda yapılacak farklı çalışmalar diğer sosyal medya platformlarını da kapsayabilir. İkinci olarak, çalışma nitel yaklaşımla sınırlıdır. Nicel yöntemlerle parasosyal ilişkilerin yaygınlığı ölçülebilir. Üçüncü olarak, çalışmada parasosyal ilişkiyi destekleyen tweetler incelenmiştir. Bu konuda farklı çalışmalarda eleştirel tutumlar da araştırılabilir. Dördüncü olarak, çalışmada kesitsel tasarım kullanılmıştır. Boylamsal çalışmalar parasosyal ilişkilerin zaman içindeki değişimlerini ortaya koyabilir. Son olarak, parasosyal ilişkilerin olumsuz sonuçları da incelenmelidir. Bu ilişkiler gerçek sosyal ilişkilerin ihmal edilmesine, gerçeklikten kopuk beklentilere ve duygusal istismara yol açabilir. Bu sonuçların anlaşılması sosyal medya okuryazarlığı ve dijital sağlık müdahaleleri için önemlidir.

4.6. Sonuç

Sonuç olarak, Dilan Polat vakası sosyal medya çağında parasosyal ilişkilerin ulaştığı yeni boyutları göstermektedir. Bu ilişkiler artık sadece eğlence amaçlı kullanılmamaktadır.

Parasosyal ilişkiler sonucunda; bireylerin kimlik inşası, duygusal tatmin ve ahlaki yargıları da şekillenmektedir. Sosyal medya figürünün yasal ve ahlaki durumu ne olursa olsun, takipçilerle kurduğu sürekli ve samimi bağ onu rasyonel eleştirinin ötesine taşıyabilmektedir.

Yapılan bu çalışma, parasosyal ilişkilerin sadece olumlu ve zararsız bir eğlence tüketimi olmadığını, bireylerin rasyonel, ahlaki ve sosyal algılarını derinden etkileyen güçlü bir psikolojik ve sosyal fenomen olduğunu ortaya koymuştur.

Gelecekte sosyal medya fenomenlerinin ve parasosyal ilişkilerin toplumsal etkileri artacaktır. Bu nedenle, dinamiklerin, risklerin ve fırsatların anlaşılması akademik ve pratik açıdan önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

BBC News Türkçe. (2023, 6 Kasım). *Dilan Polat ve Engin Polat tutuklandı*. https://www.bbc.com/turkce/articles/c6perlz8lnxo

BBC News Türkçe. (2024, 26 Kasım). *Dilan Polat ve Engin Polat: Yeni iddianamede hangi suçlamalar var?*. https://www.bbc.com/turkce/articles/ce89r9yw18go

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.

Chung, S., & Cho, H. (2017). Fostering parasocial relationships with celebrities on social media: Implications for celebrity endorsement. *Psychology & Marketing*, 34(4), 481-495.

Çakar, M. F., & Eşidir, O. V. (2024). *Sosyal medya fenomenliğinden Türkiye gündemine: Dilan-Engin Polat örneği*. İksad Yayınevi.

Giles, D. C. (2002). Parasocial interaction: A review of the literature and a model for future research. *Media Psychology*, 4(3), 279-305.

Güven, F. (2019). Medya kahramanı ile kurulan parasosyal etkileşim bağlamında kültür ve sürdürülebilirliği. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 12(28), 39-54.

Horton, D., & Wohl, R. R. (1956). Mass communication and para-social interaction: Observations on intimacy at a distance. *Psychiatry*, 19(3), 215-229.

Kara, T., & Öztürk, G. (2021). Parasosyal etkileşim açısından K-pop fanlığı: ARMY hayran kültürü üzerine bir inceleme. *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 56, 103-126.

Labrecque, L. I. (2014). Fostering consumer-brand relationships in social media environments: The role of parasocial interaction. *Journal of Interactive Marketing*, 28(2), 134-148.

Rubin, A. M., Perse, E. M., & Powell, R. A. (1985). Loneliness, parasocial interaction, and local television news viewing. *Human Communication Research*, 12(2), 155-180.

Tukachinsky, R. (2010). Para-romantic love and para-friendships: Development and assessment of a multiple-parasocial relationships scale. *American Journal of Media Psychology*, 3(1/2), 73-94.

Sosyal Medya Kaynakları

Dalgıçoğlu, E. (2024, Eylül 6). *Sosyal medyaya anında geri dönen Dilan Polat'ın takipçi sayısı dakikada 4 bin kişi artıyor*. Onedio. https://onedio.com/haber/sosyal-medyaya-aninda-geri-donen-dilan-polat-in-takipci-sayisi-dakikada-4-bin-kisi-artiyor-1244433

AA. (2024, Kasım 28). *Vergi suçu soruşturması tamamlandı... Dilan Polat: Vergi borcumuz olduğu zaman nereye ödüyoruz bilmiyorum*. Hürriyet. https://www.hurriyet.com.tr/gundem/polatlara-vergi-sucu-sorusturmasi-tamamlandi-dilan-polat-vergi-borcumuz-oldugu-zaman-nereye-oduyoruz-bilmiyorum-42608637

Hürriyet. (2023, Kasım 2). *Dilan Polat ve Engin Polat çiftine ait lüks araçlar Emniyet Müdürlüğü'ne götürüldü*. Hürriyet. https://www.hurriyet.com.tr/gundem/dilan-polat-ve-engin-polat-ciftine-ait-luks-araclar-emniyet-mudurlugune-goturuldu-42355254

Cumhuriyet. (2023, 15 Ekim). *Geçmişten günümüze Dilan Polat ve lüks yaşantısına ait paylaşımlar https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/gecmisten-gunumuze-dilan-polat-ve-luks-yasantisina-ait-paylasimlar-2130476*

KADIN YAŞAM DÖNGÜSÜNDE EGZERSİZE BİYOPSİKOSOSYAL BİR YAKLAŞIM: DERLEME

Burakhan AYDEMİR
Karadeniz Techinical University, Department of Physical Education, 61080 Trabzon
ORCID: 0000-0003-3922-3693
İrem Yaren KAYIKCI
Karadeniz Techinical University, Department of Exercise and Sports Sciences, 61080 Trabzon
ORCID: 0009-0001-9463-106

ÖZET

Bu derleme, Egzersizi; genetik, yaşam tarzı ve sosyal etkileşimler gibi etmenlerle birlikte bireyin sağlık ve hastalık durumunu şekillendiren kritik bir davranışsal faktör olarak ele alan Biyopsikososyal Model çerçevesinde incelemektedir. Kadın yaşam döngüsünün menstruasyon, gebelik ve menopoz gibi her kritik evresi, kendine özgü biyopsikososyal değişimlerle karakterize edilir. Biyolojik düzeyde bakıldığında, egzersiz kas kuvvetini, dayanıklılığını ve esnekliğini artırarak , obezite ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sorunların önlenmesine katkı sağlarken, menstrüasyonda hormonal dengeyi düzenler ve Premenstrüel Sendrom semptomlarını hafifletir. Gebelikte preeklampsi ve gestasyonel diyabet riskini azaltır. Menopoz döneminde ise kan lipid profillerini iyileştirir ve diyabet risk faktörlerini düşürürken, en kritik risk olan Kemik Mineral Yoğunluğu kaybını azaltarak kırık ve buna bağlı fonksiyonel kayıpları önlemede etkili bir tedavidir. Psikolojik boyutta, egzersiz depresyon, kaygı, stres ve uykusuzluk gibi rahatsızlıkları azaltarak ruh sağlığını iyileştirir, özellikle menopozda uyku kalitesini ve duygusal iyi oluşu belirgin şekilde artırır. Ayrıca kaygıyı azaltma ve kendine güveni artırma gibi çok boyutlu olumlu etkileri bulunur. Sosyal düzeyde ise, regl sürecinin toplumsal algılanışından kaynaklanan sosyal soyutlanmaya karşı sosyal etkileşim fırsatları sunar ve menopozal semptomları azaltarak yaşam kalitesini yükseltmesiyle dolaylı olarak sağlık bakım maliyetlerinin kontrol altında tutulmasına yardımcı olur. Sonuç olarak, düzenli egzersiz, kadınların fiziksel, psikolojik ve sosyal problemlerini bütüncül bir yaklaşımla hafifleterek yaşam döngüsü boyunca kritik ve kapsamlı bir destek sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Kadın Yaşam Döngüsü, Biyopsikososyal Model, Menstruasyon, Gebelik, Menopoz, Ruh Sağlığı, Kemik Mineral Yoğunluğu, Hormonal Denge, Yaşam Kalitesi

A STUDY ON THE BIO-PSYCHO-SOCIAL EFFECTS OF EXERCISE IN THE FEMALE LIFE CYCLE

ABSTRACT

This review examines exercise within the framework of the biopsychosocial model, which considers it a critical behavioral factor that shapes an individual's health and disease status alongside factors such as genetics, lifestyle, and social interactions. Each critical stage of the female life cycle—menstruation, pregnancy, and menopause—is characterized by unique biopsychosocial changes. At the biological level, exercise contributes to the prevention of problems such as obesity and cardiovascular diseases by increasing muscle strength, endurance, and flexibility, while regulating hormonal balance during menstruation and alleviating Premenstrual Syndrome symptoms. It reduces the risk of preeclampsia and gestational diabetes during pregnancy. During menopause, it improves blood lipid profiles and reduces diabetes risk factors, while effectively preventing fractures and associated functional losses by reducing the most critical risk factor: bone mineral density loss. Psychologically, exercise improves mental health by reducing disorders such as depression, anxiety, stress, and insomnia, significantly improving sleep quality and emotional well-being, especially during menopause. It also has multidimensional positive effects such as reducing anxiety and increasing self-confidence. At the social level, it offers opportunities for social interaction that counteract the social isolation stemming from societal perceptions of the menstrual cycle, and indirectly helps control healthcare costs by improving quality of life through the reduction of menopausal symptoms. In conclusion, regular exercise provides critical and comprehensive support throughout the life cycle by alleviating women's physical, psychological, and social problems through a holistic approach.

Keywords: Exercise, Women's Life Cycle, Biopsychosocial Model, Menstruation, Pregnancy, Menopause, Mental Health, Bone Mineral Density, Hormonal Balance, Quality of Life

«GÖYÇƏ AŞIQ MÜHİTİ, TƏŞƏKKÜLÜ VƏ İNKİŞAF YOLLARI” HAQQINDA

Filoloji bilimler doktoru. dos.Gülxani (Pənah) ŞÜKÜROVA
Azərbaycan Respublikası. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
Azərbaycan dili və pedaqogika kafedrası.
ORCID: 0000-0002-7766-7247

XÜLASƏ

“Göyçə aşıq mühiti, təşəkkülü və inkişaf yolları” adlı məqalədə Göyçə aşıq mühitinin öyrənilməsi, bu irsin toplanması, nəşri sahəsində aparılan folklorşünaslıq araşdırmaları təhlil edilir. Folklorşünas Hüseyn İsmayılovun “Göyçə aşıq mühiti, təşəkkülü və inkişaf yolları” fundamental tədqiqat əsərində Göyçə aşıq mühitinin tədqiqi tarixi, aparılan elmi-tədqiqat işləri, aşıq sənətinin, aşıq poeziyasının tədqiqi zamanı baş verən qüsurlara, nöqsanlara, təhriflərə tədqiqatçı münasibəti təhlil edilir. Aşıq poeziyasına, o cümlədən Göyçə aşıq mühitiylə bağlı tədqiqatçı alimlərin, araşdırıcıların fikirlərinə diqqəti yönəldir, bütövlükdə xalq yaradıcılığının, onun böyük bir qolu olan aşıq yaradıcılığının tədqiqi sahəsində aparılan uğurlu işlərə, bu işlərin elmi əhəmiyyətinə xüsusi diqqət yetirilir. Bir-birinə zidd olan bəzi tədqiqat obyektlərinin araşdırılması, gəldiyi ümumi qənaətləri diqqətə çəkilir. Göyçə aşıq mühitinin tədqiqi tarixi qlobal şəkildə analiz edilməsi, ümumiləşdirmələr aparılması, mübahisəli məsələlərə aydınlıq gətirilməsi, bu mühitin öyrənilməsində müstəqil Azərbaycan dövlətçiliyinin bərpa olunmasından sonrakı dövrdə-müasir dövrdə aparılan uğurlu tədqiqatlarla bağlı araşdırmaların davam etdirilməsi tədqiq edilir.

Açar sözlər: Göyçə, aşıq, foklor, mühit, oğuz, boy

“GOYCHA ASHIG ENVIRONMENT, FORMATION AND DEVELOPMENT PATHS”

ABSTRAKT

The article "Goycha ashug environment, formation and development paths" analyzes folklore studies conducted in the field of studying the Goycha ashig environment, collecting and publishing this heritage. In the fundamental research work of folklorist Huseyn Ismayilov "Goycha ashig environment, formation and development paths", the history of studying the Goycha ashig environment, the scientific research works conducted, the researcher's attitude to the flaws, shortcomings, and distortions that occurred during the study of ashig art and ashig poetry is analyzed. It draws attention to the ideas of researchers and scholars who research ashig poetry, including the Goycha ashig environment, and pays special attention to the successful works carried out in the field of studying folk creativity as a whole, its major branch, ashig creativity, and the scientific significance of these works. His research on some contradictory research objects and his general conclusions are noted. The historical analysis of the study of

the Goycha ashig environment in a global way, the generalizations, the clarification of controversial issues, and the continuation of his research on the successful research conducted in the study of this environment in the period after the restoration of independent Azerbaijani statehood and in the modern period are appreciated.

Key words: Goycha, ashig, folklore, environment, Oghuz, episode

GİRİŞ

Göyçə aşıq mühitinin öyrənilməsi, bu irsin toplanması, nəşri sahəsində Z.Məhərrəmov (1997), T.Göyçəli (1998) tədqiqat işləri aparmışdır. Azərbaycan dövlət müstəqilliyinin bərpa edilməsi Azərbaycan aşıq poeziyasının, o cümlədən Göyçə aşıq mühitinin sənət, sənətkarlıq məsələlərinin öyrənilməsinə geniş şəkildə imkan yaratdı.

Zaqafqaziyanın, Rusiyanın kitabxana və dövlət arxivlərində saxlanılan aşıq sənəti ilə bağlı materiallar, müxtəlif dövrlərdə (erməni, gürcü, türk və b.) olan mənbələr folklorşünas M.Həkimov tərəfindən araşdırılmışdır. O eyni zamanda aşıq yaradıcılığının geniş yayıldığı bölgələrdən olan Göyçədə xalq içindən zəngin ədəbi irsinin toplanması, nəşri, tədqiqində, aşıq ədəbiyyatının tədqiqi sahəsində xeyli işlər görmüşdür. Göyçə aşıq mühiti, onun təşəkkülü, inkişaf yolları sahəsində fundamental tədqiqat işləri f.e.d. professor Hüseyn İsmayılova məxsusdur.

«GÖYÇƏ AŞIQ MÜHİTİ, TƏŞƏKKÜLÜ VƏ İNKİŞAF YOLLARI" HAQQINDA.

H. İsmayılov vaxtilə Ermənistan və Azərbaycan dövri mətbuatında Göyçə aşıq mühiti, onun nümayəndələri haqqında geniş tədqiqat işləri ilə bağlı məqalələrlə çıxış edən tədqiqatçı alimdir. Onun «Göyçədə ozan sənətinin nümayəndələri» («Dədə Qorqud» jurnalı, 2002, №4), «İstedadlı el sənətkarı» («Sovet Ermənistanı» qəzeti, 14 dekabr, 1976), «Qüdrətli sənətkar» (Şair Aydın haqqında) («Sovet Ermənistanı» qəzeti, 5 fevral, 1985. № 16 (11688), «Miskin Abdal haradadır?» (folklorşünas S.Paşayevə açıq məktub) («Sovet Ermənistanı» qəzeti, 20 may, 1986-cı il, № 65 (11893), «Könüllərdə gəzən şair» (Xəstə Bayraməli haqqında) («Sovet Ermənistanı» qəzeti, 11 aprel, 1897, №46 (120300), «Şair Aqil» («Sovet Ermənistanı» qəzeti, 30 aprel, 1988, №16), «Şişqayalı Aydın» («Ulu Göyçə» qəzeti, 14 may, 1993-cü il, №3), «Söz incisi-Göyçə» («Ulu Göyçə» qəzeti, noyabr, 1993-cü il), «Ustad sənətkarların poetik yadigarları Ozan Heydər» («Ulu Göyçə» qəzeti, 1993), «Ozan İbrahim» («Ulu Göyçə» qəzeti, 14 sentyabr, 1993-cü il) və AŞXƏDT-də çoxlu sayda aşıq yaradıcılığı haqqında dəyərli fikirlərini söylədiyi məqalələrin, «Aşıq sənətinin inkişaf mərhələləri», «Göyçə aşıq mühiti: təşəkkülü və inkişaf yolları» (Bakı. Elm, 2002), «Göyçə aşıqları və el şairləri» və s. elmi əsərlərin müəllifidir.

H.İsmayılov «Göyçə aşıq mühiti, təşəkkülü və inkişaf yolları» fundamental tədqiqat əsərində Göyçə aşıq mühitinin tədqiqi tarixini nəzərdən keçirir, aparılan elmi-tədqiqat işlərini araşdırır,

müqayisələr aparır, əvvəlki dövr aşıq sənətinin tədqiqi məsələlərinə toxunur, problemlərin qoyuluşuna diqqəti cəlb edir, öz şəxsi mülahizələrini diqqətə çatdırır, orijinal fikirlərini söyləyir, apardığı çoxillik tədqiqatlarına, real faktlara söykənərək tutarlı fikirlərini bildirir, aşıq sənətinin, aşıq poeziyasının tədqiqi zamanı baş verən qüsurlara, nöqsanlara, təhriflərə diqqətlə yanaşır, mənbələrə istinad edir, dəyərli təhlil və tədqiqləri ilə diqqəti çəkir. Aşıq poeziyasına, o cümlədən Göyçə aşıq mühitiylə bağlı tədqiqatçı alimlərin, araşdırıcıların fikirlərinə diqqəti yönəldir, bütövlükdə xalq yaradıcılığının, onun böyük bir qolu olan aşıq yaradıcılığının tədqiqi sahəsində aparılan uğurlu işlərə, bu işlərin elmi əhəmiyyətinə xüsusi diqqət yetirir. Bir-birinə zidd olan bəzi tədqiqat obyektlərini araşdırır, gəldiyi qənaətləri ümumiləşdirir. Göyçə aşıq mühitinin tədqiqi tarixi qlobal şəkildə analiz edilir, mübahisəli məsələlərə aydınlıq gətirilir, bu mühitin öyrənilməsində müstəqil Azərbaycan dövlətçiliyinin bərpa olunmasından sonrakı dövrdə-müasir dövrdə aparılan uğurlu tədqiqatlarla bağlı araşdırmalarını davam etdirir.

Göyçə Azərbaycanın qədim torpağıdır, «təqribən 100 kilometr uzunluğu, 40 km eni olan bir ərazidə yerləşən Göyçə mahalı «cənubdan Ağlağan, Təpəsidəlik, Çənlibel dağları və Səlim gədiyi ilə, şimaldan isə Murğuz-Şahdağ silsiləsi ilə əhatə olunmuş», «Güllü bir nəlbəkini» xatırladan anayurddur (H.İsmayılov. 2001; 39).

Bu yurdun adına “Kitabi-Dədə Qorqud” eposunda rast gəlirik. Eposda Göyçə mahalı, Göyçə gölü, Ağlağan dağı, Ayğır bulağı kimi toponimləri yada salan H.İsmayılov bu diyarın da oğuzların ən qədim yaşayış məskənlərindən biri olduğunu inkarolunmaz fakt kimi dəyərləndirməkdə haqlıdır. H.İsmayılov Göyçə toponimi ilə bağlı xalq arasında dolaşan əfsanə və rəvayətlərə üz tutur, bu yurdun, dağların sinəsində yerləşdiyi üçün «Uca göyə yaxın» anlamını ifadə edən «Göyçə» ifadəsindən yarandığını, eyni zamanda Göyçə gölünün göz yaşı kimi saf, dumduru mavi suları ilə bağlı olaraq bu adı aldığını göstərməklə yanaşı tarixi faktlara da üz tutur: «Vaxtı ilə Göytürk imperiyasına daxil olan bir çox tarixi ərazilərdə Göyçə adını daşıyan çoxsaylı yer, məkan, el-oba, ulus, oymaq adlarına təsadüf edilməsi bu toponimin Göytürklərlə bağlılığı ehtimalının da söylənməsinə şərait yaratmışdır. Orta Asiya və Türkiyədə bu adı daşıyan xeyli yer, yurd adlarının mövcudluğu bu toponimin türk xalqlarının tarixində və taleyində xüsusi yerə və mövqeyə malik olduğunu təsdiq etməkdədir (H.İsmayılov. 2001; 40).

Bununla belə H.İsmayılov bu əfsanə, rəvayət, yozumlar arasında həqiqətə uyğun tarixi qaynaqlardan olan məlumatları dəstəkləyir. F.Sumerin «Oğuzlar» (F.Sumer. 1990; 332-336) kitabında «Göyçölü» adında qədim bir oğuz boyunun olması ilə bağlı bilgilərə daha çox önəm verir. Türk toponimlərinin öz mənşəyini daha çox etnonimlərdən aldığını, yəni ayrı-ayrı qəbilə, tayfa, etnos adlarından götürdüyünü nəzərə alsaq, qədim «Göyçölü» oğuz boyunun yaşadığı ərazinin Göyçə adlandırılması daha real və həqiqətə uyğun görünür.

Zaman-zaman türk axınlarının başqa türk qövmləri kimi bu tayfanı da çox yerlərə, o cümlədən Anadoluya aparıb çıxardığını, nəticədə Göyçə toponimi Sır-Dərya sahillərindən başlamış, Qafqaz və Anadoluya qədər geniş bir coğrafi məkanda uzun əsrlərdən bəri ulus, el-oba, mahal adı kimi öz yaşama haqqını qoruyub saxlamış olduğunu yazır.

Bu adla bağlı tarixi mənbə və qaynaqlara üz tutur. Azərbaycanın qərb hissəsində eramızdan çox-çox əvvəl çoxsaylı türk tayfalarının mövcudluğunu göstərən faktlara istinad edir. Tarixçi, etnoqraf, toponimist Qiyasəddin Qeybullayevin çox ciddi yazılı, tarixi qaynaqlara istinad edərək e.ə VII-VIII əsrlərdə Qərbi Azərbaycanda (indiki Ermənistan ərazisində) türkdilli əhalinin yaşadığını, «sonrakı əsrlərdə kimmer, saklar, quqaklar, şiraklar kimi qədim türk tayfalarının da bu yerləri özləri üçün daimi yaşayış yeri kimi seçdiyi (Mifoloqiçeskiy slovar.1990.) fikrini nümunə göstərir. Və bu türk tayfaları ilə yanaşı oğuzların da hələ Səlcuq axınlarından çox-çox əvvəllər Azərbaycanda yaşadıqlarının artıq heç kimdə şübhə doğurmadığını qeyd edir. Və yaxud tarixçi, professor Yaqub Mahmudlunun («Azərbaycan eramızdan çox-çox əvvəl aramsız olaraq ümumtürk məkanın tərkib hissəsi, daha doğrusu özəyi olub» (“Altay dünyası”.1997; №1-2) fikrini yada salır. Onun ən qədim sənət abidəsi «Kitabi-Dədə Qorqud»da cərəyan edən real tarixi hadisələrin məhz Azərbaycan torpağında baş verdiyini isbat edən dəlil və faktların, «Kitabi-Dədə Qorqud»un Azərbaycanda yarandığını sübut edən elmi faktların demək olar ki, hamısında Göyçənin ən qədim Oğuz eli, ən ulu türk torpaqlarından biri kimi xüsusi diqqət mərkəzində» olduğu fikrini dəstəkləyir.

H.İsmayılovun bu fikirlərinə dəstək kimi xalq yazıçısı Anarın araşdırmalarına diqqət yetirək. Anar Əbubəkr Tehraninin (XVI əsr) «Kitabi-Diyarbəkriyyə» əsərində Ağqoyunlu hökmdarı Uzun Həsənin «əcdadı və ənsabı haqqında verdiyi şəcərədə Bayandur xanın Uzun Həsənin 53-cü babası kimi göstəril»diyini, bu yarı real, yarı əfsanəvi şəcərənin «60-cı nəsildə gedib Nuh peyğəmbərə» çatdığını açıqlayır: «Nuhun oğlu, nəvəsi və nəsli aşağıdakı sırada gəlir: Yafəs, Əbülcə xan, Dib Yabuq, Qara xan, Oğuz, Günxan, Bayandur xan. Deməli, bu şəcərəyə görə Bayandur xan Günxanın oğlu, Oğuzun nəvəsidir. Bayandurdan Uzun Həsənə qədər keçən nəsillər arasında Bəkdüz xan, Bayat xan, Salur xan, Biləkən (Beyləkan) və bəzi başqa adlar maraq doğurur». «Kitabi-Diyarbəkriyyə»dən götürülən məlumata görə, yazıçının fikrincə, «69 addan ibarət bu şəcərədə müəyyən adamların real tarixi şəxsiyyət olmaları qəti təsdiq edilə bilər. Məsələn, Uzun Həsənin 16-cı babası Şəktur xan Xəlifə Məmun və Əmin dövründə (VIII-IX əsrlər) yaşamışdır. 17-ci babası Qıpçaq xan VIII əsrdə Əlincə qalasında döyüşmüş, 24-cü babası Sunqur bəy VI-VII əsrlərdə (İslamdan qabaq) Alagöz və Göyçə dənizə gəlib «kəffarla» vuruşmuşdur. Anar burada əsərdən bir sitatı gətirir: «Padşah Bayandur xan («Kitabi-Dədə Qorqud»da da Bayandur xanı padşah adlandırırlar) İran, Turan, Rum, Şam, Misir, İfrənc, Xəta, Dəşti, Qıpçağı

istila etdi; Qarabağ qışlağı və Göyçə dəniz yaylaqlarında böyük qurultay çağırdı». Həmin mənbə haqqında məlumat verən Xalıq Koroğlunun Göyçə dənizinin Kəpəzin ətəyindəki Göyçöllə dəyişik saldığını bildirən Anar məsələyə aydınlıq gətirir: «Halbuki Göyçə məlum olduğu kimi Sevandır» (Gülxani Pənah. 2006; 28).

Tədqiqatçı H.İsmayılov araşdırmalarına davam edir. "Oğuznamə"lərin birində Əbu Bəkr əl İsfahaninin «Kitabi-Diyarbəkriyyə»sindəki (Ağqoyunlu tarixi) bəzi faktlara diqqəti cəlb edir. Bu əsərin oğuz türklərindən olan Ağqoyunluların ən qüdrətli hökmdarı Uzun Həsənin (1453-1478) hökmü ilə 1470-ci ildə yazıldığını, Əbu Bəkrin görkəmli alimlərdən biri olduğunu, Uzun Həsənin kitabxanasında 60-a qədər alimin çalışdığını nəzərə çatdırır və qənaətində haqlıdır ki, bu baxımdan qüdrətli hökmdarın göstərişi ilə yazılan həmin əsərin mötəbərliyinə, əlbəttə, ilk mənbələrdən, o cümlədən bizə qədər gəlib çatmamış mənbələrdən istifadə olunması baxımından şübhəmiz qalmamışdır. Əbu Bəkrin yazdığı əsərdən bir neçə faktı nəzərdən keçirir:

I Fakt: müəllif Uzun Həsənin böyük babası Ağqoyunlu dövlətinin banisi olan Qara Yülük Osman bəyin nəsil şəcərisini araşdıraraq 52-ci babada Oğuz xaqana çatdırır. Oğuz xaqanın başçılıq etdiyi dövlətin əhatə etdiyi əraziləri sadalayıb və nəhayət onun (Oğuz xaqanın) Göyçə dənizi ətrafında vəfat etdiyini yazır.

II Fakt: Əbu Bəkr əl-Tehrani Oğuzun nəvəsi Bayandur xaqan haqqında daha maraqlı məlumat verir. Müəllif göstərir ki, Bayandur xaqan «Qarabağ qışlağı və Göyçə dəniz yaylaqlarına getdi və böyük bir qurultay çağırdı»... Toy məclisi qurdurdu. «Ban ev» adlanan çox böyük bir zərli alaçıq qurdurdu. Bu toyda 12000 qoç, 9000 ayrıq, 18000 buğa kəsdirdi. Çoxlu qızıl, gümüş, daş-qaşla bəzədilmiş 500 bel bağı bəxşiş verdi ki, bunların da üstündə qızıl və gümüş qılınclar vardı. Məmləkəti oğlanları arasında qabiliyyətlərinə görə bölüşdürdü və bir neçə gündən sonra Allahın dəvətini qəbul etdi.

III Fakt: Qara Yülük Osman bəyin 20-ci babası Sunqur bəy Məhəmməd Peyğəmbərin müasiri idi. Daim kafirlərlə müharibə və mücadilə edərdi. Türküstan məmləkətində 70 il padşahlıq etdi. Oradan Dəşti Qıpçağa gəldi və 20 il oranın yaylaq və qışlaqlarında dolandı. Bundan sonra isə Alagöz və Göyçə dənizi yaylağı (oğuzlar Göyçə gölü ilə Arpa çayı arasındakı dağları «Alagöz dağları» və ya «Alagöz yaylaqları» adlandırırdılar. Hazırda Göyçə gölü-«Sevan», Alagöz dağları isə «Vardenis» silsiləsi adlanır) tərəflərə gəldi və o sərhəddə kafirlərin qoşunu ilə müharibələr etdi. Vuruşmaların birində oxla yaralandı və Allahın dəvətini qəbul etdi.

IV Fakt: Qara Yülük Osman bəyin 14-cü babası Şəktur xan isə xəlifə Məmunun müasiri olmuş, Əlincə qalasını gürcülərin əlindən almışdır.

V Fakt: Bu fakt çox maraqlıdır, özü də Qıpçaq xan haqqındadır. Oğuzun nəsil şəcərəsinə daxil olan və onun törəməsi olan Qıpçaq xan haqqında. Müəllifin yazdığına görə, Qıpçaq xan cah-

cəlallı, şan-şöhrətli və böyük bir padşah idi. Ona böyük fəthlər qismət olmuşdu. Əbu Bəkr-əl-Tehrani Qıpçaq xanın tutduğu ölkələri sadaladıqdan sonra, nəhayət, gürcülərin ələ keçirmiş olduğu Əlincə qalasını da fəth etdiyini yazır və göstərir ki, bu türk sərkərdəsi xəlifə Harun ər-Rəşidin müasiri idi. Həmin fakt xüsusilə ona görə maraqlıdır ki, «Kitabi-Dədə-Qorqud»da cərəyan edən tarixi hadisələr Oğuz-Qıpçaq toqquşmaları (akademik Nizami Cəfərov demişkən, «Oğuz-Qıpçaq qarşıdurması») fonunda baş verir. Göründüyü kimi, yuxarıda gətirilən faktların hamısında Oğuz müqəddəslərinin və qəhrəmanlarının Oğuz xaqanın, Bayandur xaqanın, Sunqur bəyin, Şəktur xanın, habelə Qıpçaq xanın və başqalarının fəaliyyət mərkəzi-onların əsas məkanları, başlıca oylaqları Göyçə dənizi ətrafı, Qarabağ qışlağı, Alagöz yaylaqları, Əlincə qalasının olduğu yerlərdir, qədim Azərbaycan torpaqlarıdır» (H.İsmayılov. 2001;43).

H.İsmayılov oğuzların qəbirlərinin çox böyük olduğunu, onların «iribədənli» olduqlarını bildirən faktlara üz tutur.

Bu barədə alimlərimizin, tədqiqatçılarımızın oxuculara təqdim olunan zəngin araşdırmaları məlumdur. Anarın «Dədə Qorqud dünyası» əsərində apardığı dəyərli araşdırmaları haqqında fikrimizi bildirmişik.

Anar burada oğuzlarla bağlı rəvayətlərə üz tutur, qədim oğuzların «bədəncə çox iri, azman adamlar» olmasını, bununla bağlı rəvayətləri, eyni zamanda X əsrdə Fədlanın, Əbülqazi xanın, Adam Olearinin və Övliya Çələbiyə qədər oğuzlar haqqında yazanların hamısı «oğuzların adi insan ölçülərindən çox iri, yekə, azman olmasını qeyd» etdiklərini, «Dədə Qorqud» dastanlarında Qaraca Çobanın Ş.Cəmşidovun topladığı rəvayətlərdə «son dərəcədə nəhəng adam kimi» təqdim olunduğunu bildirir. «Kitabi-Dədə Qorqud» mətnlərində Anar bildirir ki, bunlar dönə-dönə, həm də çox parlaq, ifadəli epitetlərlə verilmişdir. Çoban o qədər nəhəngdir ki, bütöv bir ağacı köklü-köməcli yerindən qopara bilir. Sapandı da özünə münasibdir. Sapandla daş atanda «atdığı daş yerə düşməz idi, yerə dəxi düşsə toz kimi sovrulardı, ocaq kimi oyulardı, üç ilədək daşı düşdüyü yerin otu bitməzdi».

Anar diqqətimizi Rəşid bəy Əfəndiyevin Qəbələ yaxınlığında bir qəbirstanlıq haqqında verdiyi məlumata cəlb edir. Rəşid bəy Əfəndiyev yazır: «Su və vaxt işini görüblər: yuyulub açılmış qəbirlərin içində çox vaxt iri skeletlərin çürüyən sümükləri var. Maraqlıdır ki, camaat bu sümükləri azmanlara aid edir və onlara «uğuz ölüsü» deyir». Anar onun həmin qəbirstanlıqda Salar-Salur pirinin olduğunu söyləməsinə diqqətimizi cəlb edir. Salyan yaxınlığında Qırx çıraq deyilən yerdə də iri qəbirlərin olduğunu, qədim yunan tarixçisi Strabonun albanların çox hündürboylu olması, ovçuluqla məşğul olması, 26 dildə danışdıqları haqqında fikirlərini, Adam Olearinin Dərbənd yaxınlığında gördüyü «Dədə Qorqud qəbri» deyə nişan verilən məzarın da səyyahı böyüklüyü ilə «heyrətləndirdiyi»ni, Urmiyada «Boyu uca Burla Xatun»un qəbri kimi

nişan verilən məzarın da çox iri «qırx pilləkan» ölçüsü olduğunu nəql etdiyini də qeyd edir. Oğuzların atlarının da iri olmasıyla, Gültəkinin atının adının Azman olmasıyla bağlı fikirləri də yada salan Anar bu fikirdədir ki, Dədə Qorqudun və ümumən oğuzların boy-buxunlu, azman olmasına inana bilsək də, hər halda onların rəvayətlərdə gətirilən qeyri-insani ölçüləri, əlbəttə, əfsanədir. Amma hər əfsanənin bir gerçəklik mayası var.

Anarın burada azmanların Oğuzların görkəmi, bunun rəvayətlərdə, yazılı mənbələrdə, Orxon-Yenisey abidələrində də müəyyən şəkildə öz əksini tapmasını, bu fikirlərin Dədə Qorqud mətnlərində də olduğunu bir məsələylə bağlayır ki, dünyanın bir çox yerlərinə səpələnmiş qədim oğuz türklərinin müasirləri türk, türkmən, qaqauz və azəri xalqlarıdır. Dədə Qorqud və digər abidələrdə qədim oğuz düşüncəsi, təfəkkürü çox gözəl işıqlandırılmışdır.

Anarın, digər tədqiqatçı alimlərin oğuzların görkəmi, onların qəbirləri, abidələrdə atları, silahları və s. məişət əşyaları haqqında söylənilən fikirlərə diqqət yetirməsi təqdirəlayiqdir. Sirr deyil ki, bu gün də Azərbaycan xalqının içində elə oğullar vardır ki, öz görkəmi, boyu, buxunu ilə diqqəti cəlb edir. Mən Kəlbəcərdə olarkən orada Yusif adında bir 55-60 yaşlarında kişi görmüşdüm. Onun görkəmini demirəm, təkcə əllərinin böyüklüyü indi də gözlərimin önündən getmir. Bəlkə də Yusif kişinin əllərinin çəkisi 4-5 kiloqram olardı. Onun səsinin gurultusu indi də qulaqlarımdadır. Kəlbəcərdə bir elin içində mən elə böyük, enlikürək, hündürboy nəslin nümayəndələrini öz gözlərimlə görmüşəm. Savad nənənin yeddi qardaşı o zaman cəbhəyə gedib qayıtmamışdı. Qarının əlləri indi də gözümün önündədir. İri, kişi əllərinə bənzəyən kobud, qadın əllərindən çox daş, qaya çapan bir kişi əlinə bənzəyirdi və deyirdi ki, eh, bu əllər nədir ki, sən mənim qardaşlarımın əllərini görəydin, boyunu, buxununu, enli kürəklərini görəydin. Hamısı pəhləvana oxşayırdı. Getdilər, qayıtmadılar. Və yaxud, Oğuzda Bəkir dayı, Yusif dayı, Güləsər nənə, Zibeydəxatun nənə, adını çəkmədiyim onlarla hündürboy insanlar gözümün önündədir. Bu hündür boyluluq-azmanlıq türk-Azərbaycan xalqına məxsusdur.

İndinin özündə də türk övladları içində belə «azman»lar var və baxmayaraq ki, bunları əfsanələşdirmişik, Anarın dediyi kimi, «hər əfsanənin bir gerçəklik mayası var». Zaman-zaman əfsanələrimizdə, rəvayətlərimizdə olduğu kimi bu reallıqları ölkəmizdə səyahətdə olanların dilindən eşitmək, xatirlərində oxumaq da bir daha sübut edir ki, türkün dili, xalqları, dövlətçilik qüdrəti kimi onların görkəmi də diqqətdən yayınacaq məsələlərdən deyildir. «Kitabi-Dədə Qorqud», «Oğuznamələr» yaradan ölkəmizin bir parçası, qədim yurdu olan Göyçə ən qədim dastanların yaradıcısı ozanların, aşıqların yurdudur. H.İsmayılov fikirlərində haqlıdır ki, füsunkar ellərimizdən biri olan Göyçə mahalında şair doğulan körpələr eşitdiyi ana laylası, ana oxşaması ilə birlikdə daha bir sehirli laylay səsinə «telli sazın laylasına» qulaq kəsilmişlər. Tədqiqatçı bu

poetik düşüncələrində də tamamilə haqlıdır ki, yaxşı fikir verəndə görərsən ki, hər bir azərbaycanlı ananın laylasında saz səsi, saz dünyası çağlayır. Bəlkə də ana özü bunları hiss etmir, ana öz laylalı dünyasındadır... Amma bu səsdə Burla xatundan Məhsətiyə, Məhsətidən Qoç Koroğlunun qeyrətli Nigarına, Nigardan isə bu ananın təmiz qanına keçə-keçə gəlmiş bir qopuz yanğısı közərir. Göyçədə saz səsi ana səsinə bir az da dərindən qovuşub, Göyçəli uşağın qanına, canına keçib, iliyinə işləyib, uşaq bu laylalar altında böyüyüb, saz götürüb, bayatı deyib, dastanlar aləminə baş çəkib, nağıllar dünyasına at sürüb, ömrün dadını da burda tapıb, duzunu da... Tədqiqatçı H.İsmayılov ana laylası qədər şirin bu saza bağlılığın haradan gəldiyini düşünür, saz burada nə vaxtdan çalınır? Bu mahalmı qədimdir, ya sazmı? Babaların bu suallara zaman-zaman əsatirlər, əfsanələr, nağıllar içində cavab verdiyini deyir. Ululərımızın həmişə dediyi «bu mahal heç vədə sazsız olmayıb, saz da bu xalqsız» fikirlərinə aydınlıq gətirir. «Kitabi-Dədə Qorqud»da Qorqud Dədənin söylədiklərini, eposdan oxuduqlarını, elin qocalarından eşitdiyi əhvalatları, incə mətləbləri yada salır. Təəssüflə bildirir ki, «Kitabi-Dədə Qorqud»u oxuduqca bu boylarda rastlaşmadığım, amma bu qocaların dilindən eşitdiyim nə qədər əhvalatlar, incə mətləblər yadıma düşdü. Onları bu müqəddəs eposumuzun səhifələrində çox aradım, ancaq çoxuna rast gəlmədim. Yalnız onda başa düşdüm ki, biz çox şeyləri itirmişik. Ulu tariximizin, hikmət dünyamızın nə qədər sirri, sorağı bizdən əbədilik iraq düşüb.

Yaşar Qarayev yazır: «Xalqımızın tarixi, hər şeydən əvvəl, onun daş və dəri abidələridir, dilinin, mifologiyasının, folklorunun, xalq sənətinin və məişətinin ruhunda, məzmunundadır, həm qədim əsatirdə, həm də bu günün adət-ənənələrində yaşayan eyni bir genetik kodun, milli-tarixi yaddaşın məzmunundadır; şəxsi qablardan, qızıl camlardan qaya yazılarına qədər və qəbir daşlarına qədər, sehirli nağıllardan, əmək nəğmələrindən, məişət adətlərindən bugünki bahar, toy və yas mərasimlərinə qədər...» (bax.“Azərbaycan”. 1988; №1)

NƏTİCƏ.

Bütün bu araşdırmalar, tarixin səhifələrində yaşayan həqiqətlər, xalqın qan yaddaşından süzülüb gələn, nəsildən-nəslə ötürülən ənənələr, arxiv sənədlərindən, elmi araşdırmalalardan gələn tutarlı real faktlar bunu deməyə əsas verir ki, Azərbaycan xalqı bu torpaqlarda əzəldir, qədimdir, dədə-baba yurdlarımızdan olan Qərbi Azərbaycan, onun mədəniyyət, saz-söz mərkəzi Göyçə tarixi yaddaşımızın, milli kimliyimizin sübutudur. Saz-söz sənətinin məbədgahı olan Azərbaycan torpaqları, Göyçə Sır-Dərya sahillərindən üzü bəri, Qafqaz və Anadoluya qədər geniş bir coğrafi məkanda uzun əsrlərdən bəri ulus, el-oba, mahal adı kimi öz yaşama haqqını qoruyub saxlamışdır, mədəniyyətini inkişaf etdirmişdir. Bu torpaqlar tarixi türk-azərbaycan torpaqlarıdır. Onun böyük sənəti, ədəbiyyatı, incəsənəti, milli-mənəvi dəyərləri vardır.

ƏDƏBİYYAT

1. Z.Məhərrəmov. XX əsr Göyçə aşıq mühiti. 1920-1950-ci illər. NPB. Bakı. 1997.
2. T.Göyçəli. Göyçə aşıq məktəbi. Bakı. Göytürk. 1998.
3. Göyçə dastanları və aşıq rəvayətləri (toplayanı və tərtib edəni H.İsmayılov, redaktoru Y.Qarayev). Bakı. Səda. 2001.
4. F.Sumer. «Oğuzlar». Bakı. «Yazıçı». 1992.
5. Mifoloqiçeskiy slovar. M. Sov. Ensiklop. 1990.
6. "Altay dünyası" jurnalı. Bakı. 1997, №1, 2.
7. Gülxani Pənah. Anar və folklor. Bakı. 2006
8. «Azərbaycan» jurnalı, 1988. № 1.

«Гёйчинская ашугская среда, пути формирования и развития»
Резюме

В статье «Гёйчинская ашугская среда, пути формирования и развития» анализируются фольклорные исследования, проводимые в области изучения гёйчинской ашугской среды, сбора и публикации этого наследия. В фундаментальном исследовании фольклориста Гусейна Исмаилова «Гёйчинская ашугская среда, пути формирования и развития» анализируются история изучения гёйчинской ашугской среды, проведенные научные исследования, отношение исследователей к недостаткам, упущениям и искажениям, имевшим место при изучении ашугского искусства и ашугской поэзии. В статье рассматриваются идеи исследователей ашугской поэзии, в том числе гёйчинской ашугской среды, и особое внимание уделяется успешным работам, проведенным в области изучения народного творчества в целом, его основной отрасли – ашугского творчества, и научному значению этих работ. Работы. Отмечены его исследования, посвященные некоторым противоречивым объектам исследования, и его общие выводы. Оценены исторический анализ изучения ашугской среды Гёйчи в глобальном масштабе, обобщения, прояснение спорных вопросов и продолжение его исследований, посвященных успешным исследованиям этой среды в период после восстановления независимой азербайджанской государственности и в современный период.

Ключевые слова: Гёйча, ашуг, фольклор, среда, огуз, эпизод

EVOLUTIONARY AND GENOTYPE INSIGHTS INTO TURNIP MOSAIC VIRUS (TUMV) FROM BURSA: A CP GENE–BASED GLOBAL COMPARISON

Esmanur KEKLİK
Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Plant Protection, Bilecik, Türkiye
ORCID NO: 0009-0007-3022-897X
Melisa Seher SÜNGÜLÜ
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye
ORCID NO: 0009-0009-4985-3729
Filiz RANDA ZELYÜT
Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Plant Protection, Bilecik, Türkiye
Bilecik Seyh Edebali University, Biotechnology Application and Research Center, Bilecik, Türkiye
ORCID NO: 0000-0002-1366-4389

ABSTRACT

Turnip mosaic virus (TuMV) is one of the most widespread pathogens affecting Brassicaceae crops worldwide, yet information on the population structure and evolutionary patterns of Turkish isolates remains limited. This study characterizes TuMV isolates collected from Brassicaceae fields in Bursa and compares them with global CP gene sequences to assess phylogenetic relationships, genetic diversity, and haplotype structure. Molecular diagnostics confirmed TuMV infection in six samples, and the CP gene sequences were deposited in GenBank under the accession numbers PX516290–PX516294. Phylogenetic analyses placed all Bursa isolates within the Asian-BR lineage, forming a distinct cluster closely related to East Asian isolates. Pairwise comparisons showed 85.8–100% nucleotide and 89.2–100% amino acid similarity with global isolates, while Bursa isolates displayed 86–99% nucleotide and 99.7–100% amino acid identity among themselves. Haplotype network analysis revealed remarkable genetic diversity, identifying 94 haplotypes among 96 sequences, with a highly reticulated structure lacking a dominant haplotype. This pattern suggests multiple introductions, extensive mutational activity, and ongoing gene flow within the global TuMV population. Overall, the CP gene region of Bursa isolates reflects a genetically diverse yet functionally conserved population shaped by broader global evolutionary dynamics.

Keywords: Brassicaea, virus infection, molecular detection, phylogenetic, genetic diversity

1.INTRODUCTION

A prominent position globally in terms of vegetable production is held by Türkiye. Some of the most widely consumed plant-based foods belong to the Brassicaceae family. Cabbage (*Brassica* spp.) cultivation plays a particularly important role in regions where it is grown, providing

significant local employment opportunities in agriculture. However, various phytopathogens pose serious challenges to cabbage production, adversely affecting both yield and quality.

Turnip mosaic virus (TuMV) is capable of infecting numerous plant hosts, with members of the Brassicaceae family being particularly susceptible. It is recognized as one of the most prevalent and economically significant viruses affecting both cultivated and ornamental Brassicaceae species worldwide (Ohshima et al., 2002; Provvidenti, 1996). TuMV exhibits an exceptionally wide host spectrum, infecting 318 plant species across 156 genera. This range includes numerous agriculturally valuable crops such as cauliflower, cabbage, broccoli, Brussels sprouts, Chinese cabbage, artichoke, lettuce, radish, rapeseed, mustard, watercress, and tobacco (Jenner & Walsh, 1996; Ohshima et al., 2002; Walsh & Jenner, 2002).

Turnip mosaic virus (TuMV), a member of the family *Potyviridae* and the genus *Potyvirus*, possesses filamentous and flexuous particles measuring approximately 700–750 nm in length and 10–12 nm in diameter (Gibbs & Ohshima, 2010). Its positive-sense single-stranded RNA [(+) ssRNA] genome contains a single open reading frame (ORF) that encodes one large polyprotein (Gibbs & Ohshima, 2010). Previous studies have identified four distinct pathotypes of TuMV (Korkmaz et al., 2020). Phylogenetic analyses have shown that these pathotypes largely correspond to specific lineages, including the *Orchis* group (infecting *Orchis* hosts), the basal-B and world-B groups (comprising mainly European isolates), the basal-BR and BR groups (predominantly of Asian origin), and the recently described Iranian group, which encompasses isolates exhibiting B, BR, and B(R) infection types (Ohshima et al., 2002; Nguyen et al., 2013; Yasaka et al., 2017).

Among plant-infecting RNA viruses, turnip mosaic virus (TuMV) is one of the most extensively studied in terms of evolutionary processes and epidemiology. TuMV variants collected from different regions of Türkiye have also been investigated through molecular evolutionary analyses and biological characterization (Korkmaz et al., 2020). However, no comprehensive study has yet addressed the population dynamics of Turkish TuMV isolates, particularly focusing on genotype and haplotype distributions within the coat protein (CP) gene region. Therefore, this study aimed to investigate the phylogenetic relationships, genetic diversity, and genotypic structure of TuMV isolates obtained from the Bursa province in comparison with global isolates.

2.MATERIALS AND METHODS

2.1 Sample Source

During the 2022–2023 growing seasons, samples collected from Brassicaceae cultivation areas in Bursa province were utilized in this study. The samples had been desiccated using silica gel

and stored at +4 °C. A total of 27 samples comprising 19 cabbage and 8 cauliflower plants were selected from the collection based on the presence of virus- and virus-like disease symptoms for further analysis.

2.2 Total Nucleic Acid (TNA) Isolation

The presence of TuMV infection in the collected samples was investigated using the molecular technique of reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR). For this purpose, total nucleic acid isolation was first performed from the samples, followed by RT-PCR analyses. Total nucleic acids (TNA) were extracted from samples suspected of being infected with TuMV. The CTAB method described by Li et al. (2008) was applied with minor modifications. The obtained total RNA samples were stored at –80 °C until used for subsequent molecular analyses.

2.3 Molecular Assays

cDNA synthesis was performed in two sequential steps: denaturation and incubation. For the denaturation step, micro PCR tubes were first labeled. A denaturation mixture containing 5 µL of TNA from each sample, 1 µL of random primer (1.2 µg/µL; Thermo Scientific), and 3 µL of sterile water (total volume 10 µL) was prepared. The reaction was subjected to denaturation at 65 °C for 5 min in a thermal cycler. Immediately afterward, the tubes were placed on ice for 2 min to terminate the denaturation process. During the incubation step, cDNA was synthesized from the denatured RNA templates. To the 10 µL denaturation mixture, 4 µL of 5× RT buffer (50 mM Tris-HCl, pH 8.3; 75 mM KCl; 3 mM $MgCl_2$), 0.5 µL of RNase inhibitor (25 U; Thermo Scientific), 0.5 µL of reverse transcriptase (100 U; Bionerr, South Korea), 1 µL of 10 mM dNTP mix, and 3 µL of sterile water were added to form a 19 µL reverse transcription reaction mixture. The thermal cycling conditions were set as follows: 25 °C for 10 min, 42 °C for 60 min, 70 °C for 15 min, and a final hold at 4 °C indefinitely. This procedure resulted in successful synthesis of complementary DNA (cDNA).

For amplification of TuMV-specific gene fragments, PCR reactions were prepared using the synthesized cDNA as a template. Each 25 µL reaction mixture contained 2.5 µL of 10× PCR buffer (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, pH 9.0 at 25 °C, 1% Triton X-100; Thermo Scientific), 1 µL of 10 mM dNTP mix, 0.5 µL of each TuMV-specific primer, 0.25 µL of Taq DNA polymerase (Thermo Scientific), and 15.75 µL of sterile distilled water. Then, 5 µL of cDNA from each sample was added to the reaction mixture. The PCR tubes were placed in a thermal cycler programmed as follows: initial denaturation at 94 °C for 3 min; 40 cycles of denaturation at 94 °C for 30 s, annealing at 55 °C for 30 s, and extension at 72 °C for 30 s; followed by a final extension at 72 °C for 5 min and a hold at 4 °C indefinitely. To amplify the coat protein

(CP) gene region, the primer pair CP-F (5′-ATC TTC GAA GAT TAC GAA GA-3′) and CP-R (5′-CCT TGC TTC CTA TCA AAT G-3′) described by Liu et al. (2006) was used. This procedure enabled molecular detection of TuMV infection in the collected plant samples. The obtained PCR products were separated in a 1% agarose gel at 100 volts for 45 minutes, together with 100-1000 bp DNA (Thermo Sci.) size markers, and stained with ethidium bromide and then checked in a gel imaging device.

2.4.Phylogenetic and Recombination Analyses

The isolates obtained from this study were uploaded to GenBank and assigned accession numbers. For phylogenetic studies, data sets were created using fully encoded TuMV CP gene regions uploaded from different regions of the world using MEGA 11 (Tamura et al., 2021). For this purpose, nucleotide sequences belonging to the TuMV CP gene were compared using ClustalW in MEGA 11. Phylogenetic relationships were determined using the Neighbor-joining (NJ) method using 1000 replicate bootstrap analysis, selecting the appropriate algorithm. Nucleotide and amino acid similarity diagrams were generated using Sequence Demarcation Tool V.1.2 (Muhire et al., 2014).

2.5.Haplotype Network Analyses

A nucleotide-aligned dataset containing the fully encoded CP gene region of TuMV was used for haplotype mapping. To conduct the analyses, haplotype isolates were identified using DnaSP V6.12.03 software (Rozas et al., 2017), and the corresponding *arp file extension was obtained. After converting the file extension to .text, the coded geographic data associated with each haplotype was entered. The resulting dataset was imported into PopART (http://popart.otago.ac.nz) (Leigh and Bryanti, 2015) for visualization and coloring, as well as for the application of merging algorithms. Colored network analysis maps of the genotypes were generated using the Median-Joining (MJ) algorithm.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In Türkiye, Korkmaz et al. (2006) conducted a survey in the provinces of Çanakkale, Balıkesir, and Bursa between 2004 and 2006, targeting Brassicaceae species (*Brassica oleracea, Raphanus sativus,* and *R. raphanistrum*) exhibiting symptoms such as mottling, chlorosis, mosaic patterns, and necrotic lesions. Among the 130 collected samples, DAS-ELISA testing revealed that 16 were infected with TuMV. In the present study, molecular diagnostics revealed that 6 of the 27 Brassicaceae samples were infected with TuMV. RT-PCR amplification using CP gene–specific primers yielded a single amplicon of approximately 1082 bp, confirming TuMV infection in these samples (Figure 1). Thus, the infection rate was 22.2%. These results indicate that TuMV infection is still ongoing in the region. Also, The TuMV CP gene region

isolates obtained in this study were deposited in GenBank under the accession numbers PX516290–PX516294.

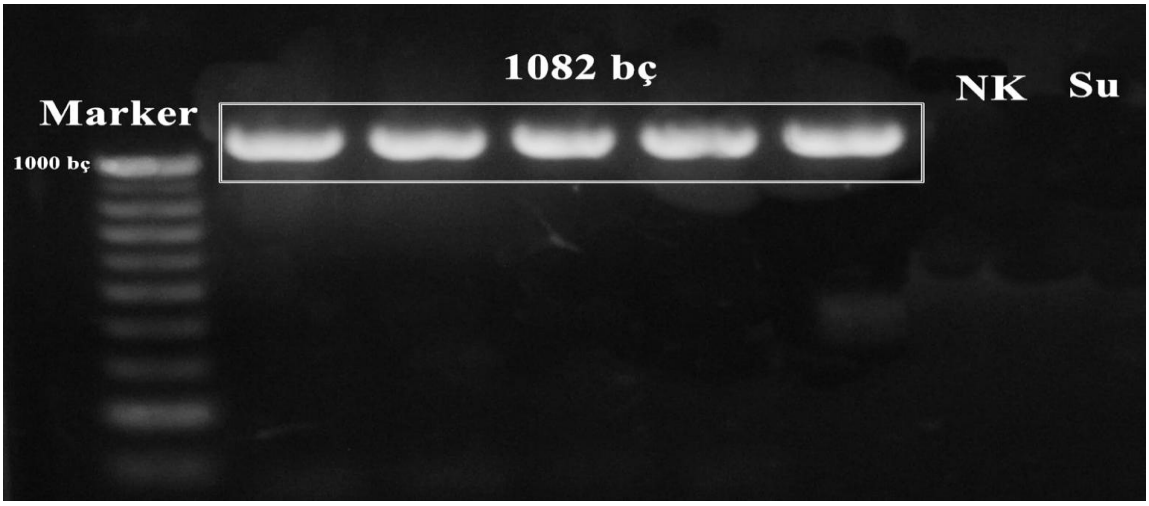


Figure 1. RT-PCR detection of Turnip mosaic virus (TuMV) in Brassicaceae samples. Amplification of the CP gene region generated a specific 1082 bp fragment in six TuMV-positive cabbage samples (lanes 1–6). Lane M: DNA size marker (1000 bp band indicated). Lane NK: negative control. Lane Su: no-template control (water).

The phylogenetic tree based on the CP gene region resolved TuMV isolates into three major clades: World-B, Basal-BR, and Asian-BR, with strong posterior support values (Figure 2). The majority of global isolates clustered according to their known phylogeographic groupings, reflecting the established population structure of TuMV. All Turkish isolates (highlighted in red) grouped within the Asian-BR clade, forming a distinct subcluster together with isolates from China and South Korea. This clustering pattern suggests a close evolutionary relationship between Turkish and East Asian isolates, likely indicating historical or recent introductions linked to seed or plant material movement. Other Turkish isolates clustered within the World-B or Basal-BR lineages have been reported from previous studies (Karanfil & Korkmaz, 2020; Korkmaz et al., 2020). These results support the genetic heterogeneity of the circulating TuMV populations in Türkiye. No recombinant isolates were detected in the isolates used for the phylogenetic tree.

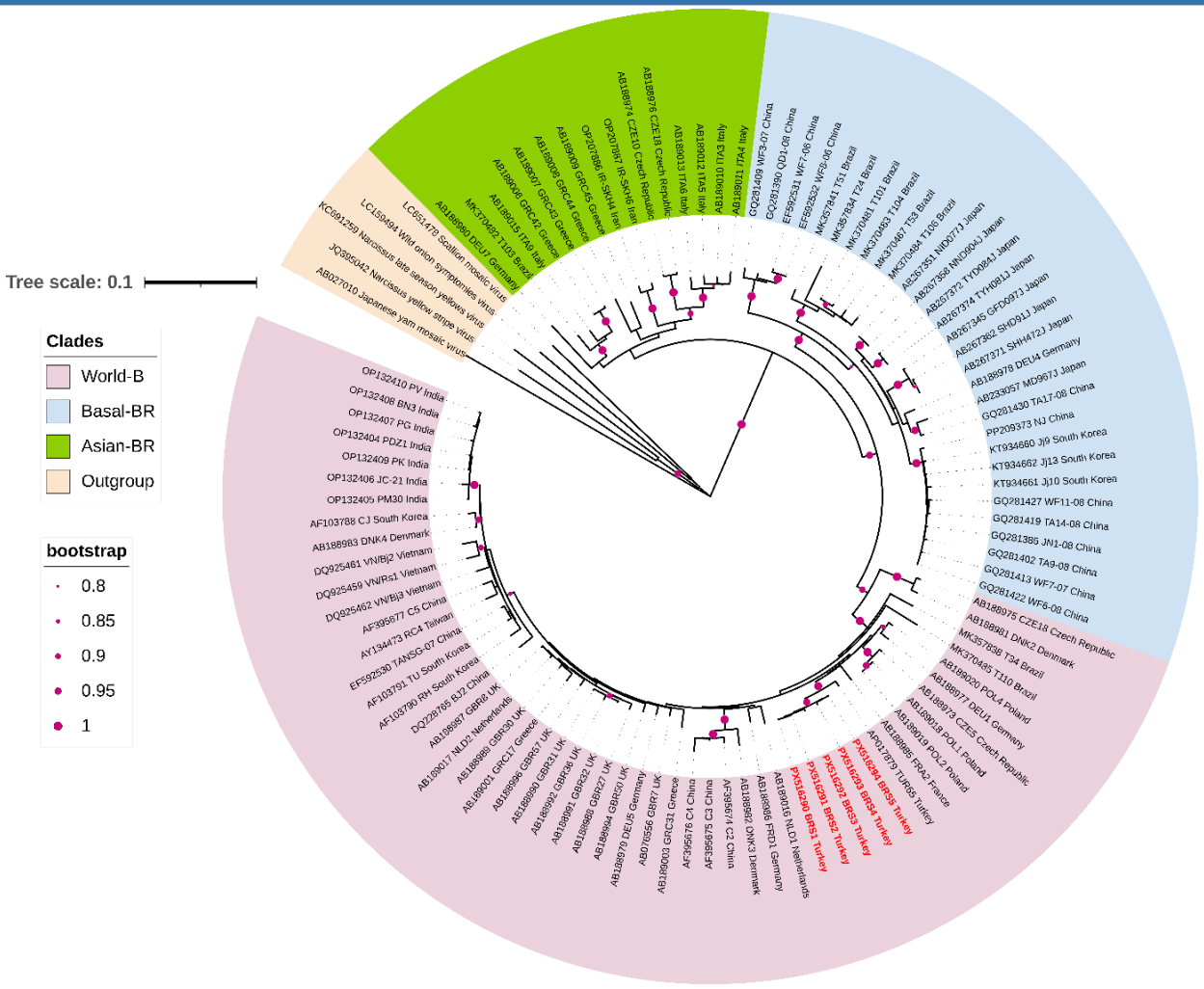


Figure 2. Phylogenetic relationships of Turnip mosaic virus (TuMV) isolates based on the complete coat protein (CP) gene sequences. The Neighbor-Joining (NJ) method with 1,000 bootstrap replicates was used to construct the tree. Turkish isolates from Bursa are highlighted in red. Major phylogenetic clades—World-B, Basal-BR, and Asian-BR—are indicated. Bootstrap values ≥70% are shown at the corresponding nodes. The tree demonstrates that Bursa isolates cluster within the Asian-BR clade, forming a distinct subcluster closely related to East Asian isolates, indicating potential historical or recent introductions via seed or plant material movement.

For the TuMV CP gene region, the Bursa isolates exhibited 85.8–100% nucleotide similarity with global isolates, while nucleotide similarity among the Bursa isolates themselves ranged from 86% to 99% (Figure 3.). At the amino acid level, global TuMV isolates showed 89.2–100% similarity, whereas the Bursa isolates displayed a markedly higher intra-group similarity of 99.7–100% (Figure 3). Moreover, previous work has shown that TuMV isolates tend to exhibit the highest sequence similarity to those originating from nearby geographic regions or

belonging to the same phylogenetic lineage, a pattern consistent with the evolutionary dynamics reported by Yasaka et al. (2017).

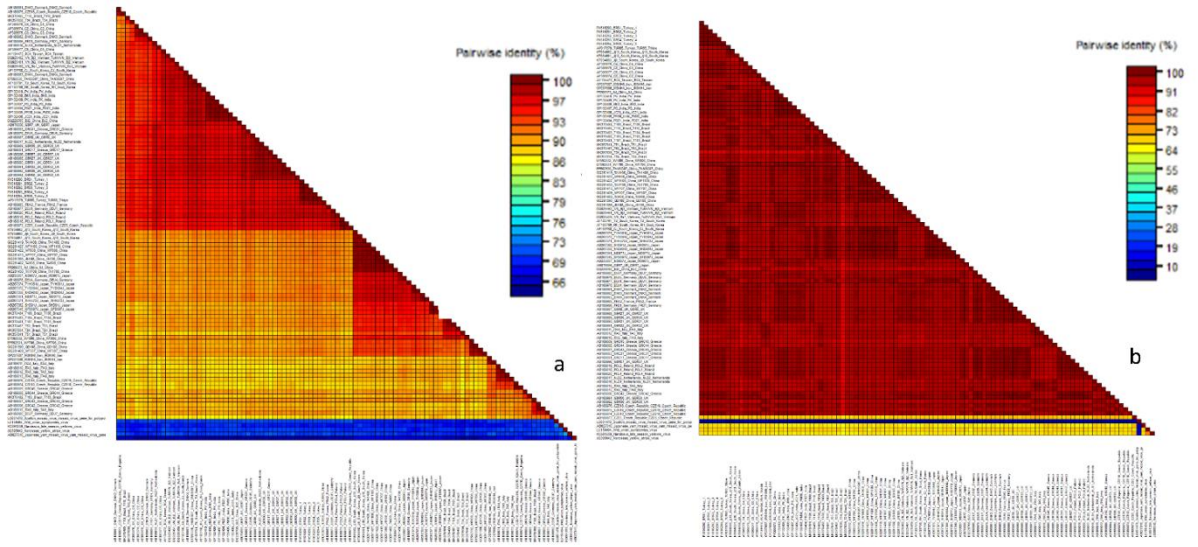


Figure 3. Pairwise sequence similarity of Turnip mosaic virus (TuMV) isolates based on the coat protein (CP) gene region analyzed using Sequence Demarcation Tool (SDT) v1.2. (a) Nucleotide sequence (b) Amino acid sequence similarity among global isolates and Bursa isolates.

Haplotype network analysis revealed extremely high haplotype diversity, with 94 distinct haplotypes identified among the 96 TuMV CP gene sequences (Figure 4). This indicates that almost every isolate represents a unique haplotypic variant, reflecting the strong mutational dynamics and extensive evolutionary diversification characteristic of TuMV populations. The absence of a dominant central haplotype and the presence of a highly reticulated network suggest a complex population structure shaped by multiple introduction events, long-term circulation, and potentially frequent gene flow between geographically distant regions. Despite high nucleotide variability, the markedly conserved amino acid sequences among the Bursa isolates support the action of strong purifying selection on the CP gene. Overall, the haplotype structure is consistent with the global evolutionary patterns previously described for TuMV.

The detection of Turnip mosaic virus (TuMV) in Bursa highlights the ongoing risk of viral spread in Brassicaceae cultivation areas. The phylogenetic clustering of Turkish isolates with East Asian lineages suggests that long-distance dissemination, potentially via infected seeds or plant materials, contributes to virus introduction. Given the high genetic diversity and rapid evolutionary dynamics of TuMV, integrated management strategies are essential to limit its impact. These include the use of certified virus-free seeds, rigorous sanitation practices, monitoring of vector populations such as aphids, and the deployment of resistant cultivars

where available. Continuous surveillance and molecular characterization of local and imported isolates will be critical to inform targeted control measures and prevent further dissemination.

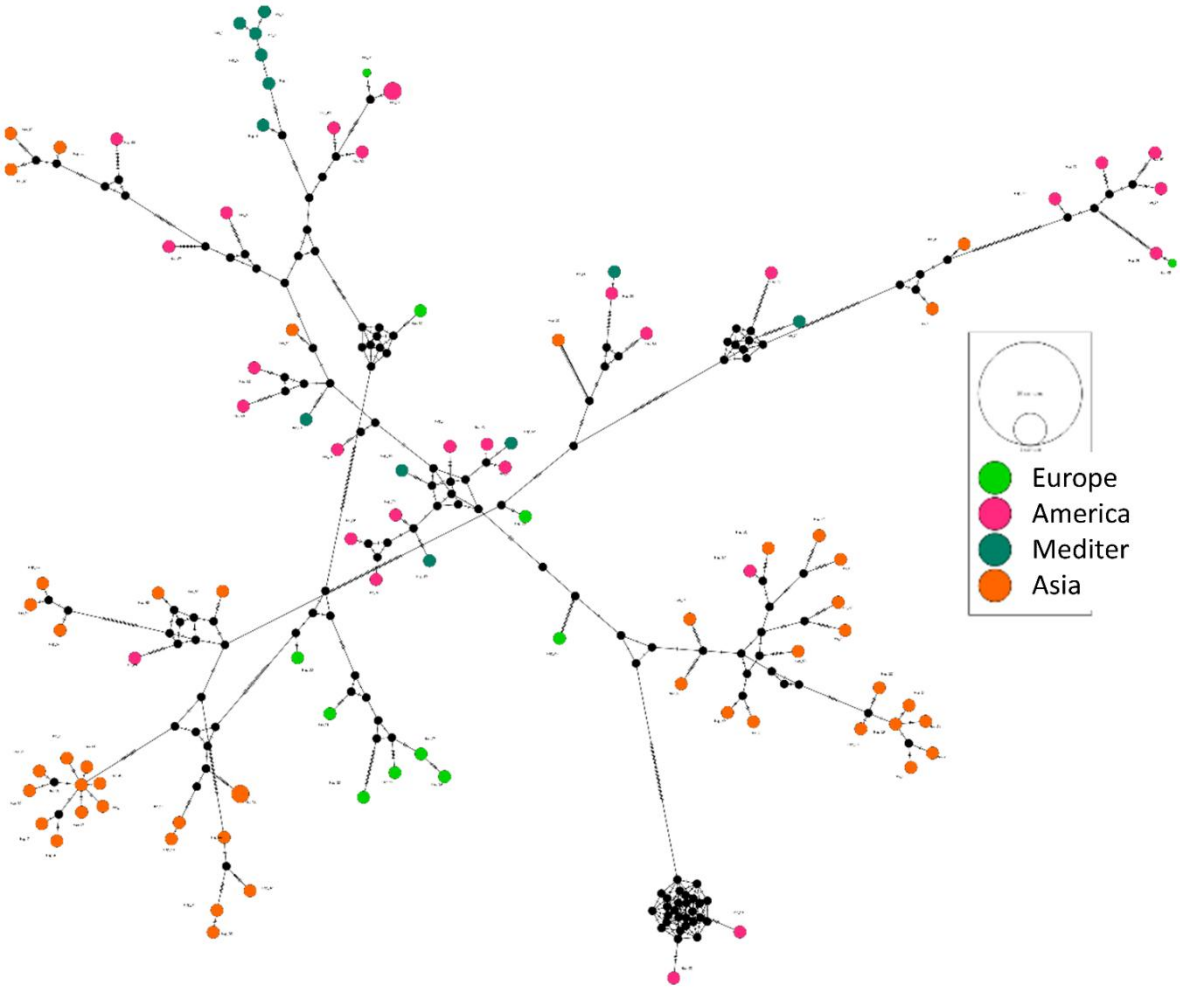


Figure 4. Haplotype network of Turnip mosaic virus (TuMV) isolates based on the coat protein (CP) gene region. The network was constructed using the Median-Joining (MJ) algorithm in PopART. Each circle represents a unique haplotype, with the circle size proportional to the number of isolates sharing that haplotype. Colors indicate the geographic origin of isolates. Lines connecting haplotypes represent single mutational steps, and the reticulated structure reflects complex evolutionary relationships. High haplotype diversity is observed, with 94 distinct haplotypes identified among 96 sequences, suggesting extensive genetic variation and multiple introduction events. Bursa isolates are distributed across the network, indicating both unique variants and close relationships with global isolates.

Acknowledgments

This study was supported by TUBITAK 2209-A Student Research Projects. The authors sincerely thank the funding agency for enabling this research.

REFERENCES

Gibbs, A. J., & Ohshima, K. (2010). Potyviruses and the digital revolution. Annual Review of Phytopathology, 48, 205–223.

Jenner, C. E., & Walsh, J. A. (1996). Pathotypic variation in turnip mosaic virus with special reference to European isolates. Plant Pathology, 45(5), 848–856.

Karanfil, A., & Korkmaz, S. (2020). Identification and characterization of important virus diseases on canola production fields of Çanakkale and Tekirdağ provinces in Turkey. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57(1), 53–61. https://doi.org/10.20289/zfdergi.589422

Korkmaz, S., Cevik, B., Karanfil, A., et al. (2020). Phylogenetic relationships and genetic structure of populations of turnip mosaic virus in Turkey. European Journal of Plant Pathology, 156, 559–569. https://doi.org/10.1007/s10658-019-01905-w

Nguyen, H. D., Tomitaka, Y., Ho, S. Y. W., Duchene, S., Vetten, H. J., Lesemann, D., et al. (2013). Turnip mosaic potyvirus probably first spread to Eurasian brassica crops from wild orchids about 1000 years ago. PLoS ONE, 8(2), e55336.

Ohshima, K., Yamaguchi, Y., Hirota, R., Hamamoto, T., Tomimura, K., Tan, Z. Y., Sano, T., Azuhata, F., Walsh, J. A., Fletcher, J., Chen, J. S., Gera, A., & Gibbs, A. (2002). Molecular evolution of Turnip mosaic virus: Evidence of host adaptation, genetic recombination and geographical spread. Journal of General Virology, 83, 1511–1521.

Provvidenti, R. (1996). Turnip mosaic potyvirus. In A. A. Brunt, K. Crabtree, M. J. Dallwitz, A. J. Gibbs, & L. Watson (Eds.), Viruses of Plants (pp. 1340–1343). CAB International.

Walsh, J. A., & Jenner, C. E. (2002). Turnip mosaic virus and the quest for durable resistance. Molecular Plant Pathology, 3(5), 289–300.

Yasaka, R., Fukagawa, H., Ikematsu, M., Soda, H., Korkmaz, S., Golnaraghi, A., Katis, N., Ho, S. Y. W., Gibbs, A. J., & Ohshima, K. (2017). The timescale of emergence and spread of Turnip mosaic potyvirus. Scientific Reports, 7, 4240.

CİNSİYETİ BELİRLENMİŞ BOĞA SPERMASI ÜRETİMİ VE BAŞLICA ÇALIŞMALAR

Nedim AKSOY
Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, 21280, Sur, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0009-0007-6671-9404
Mehmet Ferit ÖZMEN
Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, 21280, Sur, Diyarbakır, Türkiye,
ORCID:0000-0002-5531-220X.

ÖZET

Geçmişten günümüze birçok medeniyette; doğacak yavrunun cinsiyetinin önceden belirlenmesi merak konusu olmuş ve bunun için çeşitli çalışmalar, yöntemler ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Modern çağımızda da yavrunun cinsiyet tespitine yönelik çalışmalar ve araştırmalar devam etmiştir. Son 50 yılda cinsiyet belirlemede kromozomlarının ayrıştırılması ile yapılabileceği konusunda yoğun çalışmalar yapılmıştır. Sperm ayrıştırma teknolojisinde gönümüze kadar tanımlanan en başarılı yöntem, X ve Y kromozomlarını taşıyan spermatozoonlardaki DNA yoğunluk farkını esas alarak ayrışmayı yapan flow sitometri tekniğidir. Bu yöntemle ilgili çalışmalar 1980'li yılarda başlamışsa da teknolojinin gelişmesi ve kullanılan sistemin geliştirilmesiyle birlikte 2000' li yılardan sonra başarı oranları artmış ve ticari boyut kazanmıştır. Hızlı nüfus artışı, iklim değişikliği, artan kentleşme, et ve süt gibi hayvansal kaynaklı gıda ürünlerinin üretimi ve tüketimi arasındaki dengesizlikler, nesli tükenmekte olan hayvanlar, genetik ve ıslah çalışmaları alanındaki ilerlemeler için hayvancılık sektöründe cinsiyeti belirli sperma (CBS) kullanımını ön plana çıkarmıştır. Sığır yetiştiriciliğinde kaliteli dişi veya erkek damızlık elde etmek için CBS kullanımı gittikçe artmaktadır. Ayrıca dışardan damızlık hayvan satın almak yerine kendi içinden dişi damızlık hayvanlarını üreterek kapasite artımına gitmek isteyen küçük ve orta ölçekli işletmeler için CBS kullanımı stratejik öneme sahiptir. Sunulan çalışmada spermada cinsiyet belirleme süreci ve ineklerde cinsiyeti belirli sperma kullanılarak yapılan başlıca çalışmalar hakkında bilgiler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Cinsiyeti belirlenmiş sperma, Damızlık hayvan üretimi, Sığır yetiştiriciliği

SEXED BULL SPERM PRODUCTİON AND MAJOR STUDİES

ABSTRACT

From past to present, many civilizations have been curious about predicting the sex of offspring, and various studies, methods, applications have been developed for this purpose. In our modern era, studies and research on sex determination have continued. In the last 50 years, intensive studies have been conducted on the possibility of sex determination by separating chromosomes. The most successful method identified to date in sperm separation technology is flow cytometry, which performs separation based on the difference in DNA density between spermatozoa that contain X and Y chromosomes. While studies on this method began in the 1980s, with advancements in technology and the improved systems used, success rates have increased since the 2000s, and it has gained commercial significance. Rapid population growth, climate change, increasing urbanization, imbalances between the production and consumption of animal-based food products such as meat and milk, and endangered animals have brought the use of sex-determined semen (SDS) to the forefront in the livestock sector, driven by advances in genetics and breeding. The use of SDS to obtain high-quality breeding males and females in cattle breeding is increasing. Furthermore, the use of SDS is of strategic importance for small and medium-sized farms seeking to increase capacity by producing female breeding animals internally rather than purchasing them from outside sources. The presented study provides information on the process of sexing semen and the primary studies conducted using sexed semen in cows.

Keywords: Sexed determined semen, Breeding animal production, Cattle breeding

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca hem hayvanlarda hem de insanlarda doğacak yavrunun cinsiyetini belirleyebilme isteği her zaman olmuştur. Bu merak ve ihtiyaç, bilim insanlarını uzun yıllar boyunca konu üzerinde araştırmalar yapmaya sevk etmiştir. Çalışmalar ilerledikçe, dişilerin cinsiyetinin XX, erkeklerin cinsiyetinin ise XY kromozomları ile belirlendiği anlaşılmıştır. Buna göre, X kromozomu taşıyan yumurta hücresinin Y kromozomu içeren bir sperm ile birleşmesi erkek (XY), X kromozomu taşıyan bir sperm ile birleşmesi ise dişi (XX) embriyo oluşumuna yol açmaktadır. Bu nedenle, döllenme gerçekleşmeden önce sperm hücresinin hangi kromozomu taşıdığının tespit edilmesi, oluşacak embriyonun ve dolayısıyla doğacak yavrunun cinsiyetinin önceden belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Bu hedef doğrultusunda geçmişte elektroforez, çökelme (sedimantasyon), santrifüj, filtrasyon, immünolojik ayırma, basınç ve pH değişiklikleri ile vajinal mukus kullanımı gibi çeşitli teknikler denenmiştir. Ancak bu

yöntemlerin hiçbiri yeterli başarı elde ederek ticari uygulama seviyesine ulaşamamıştır. Bu çalışmalar sırasında kazanılan deneyim ve teknolojik ilerlemeler günümüzde yaygın olarak kullanılan akış sitometrisi (flow cytometry) temelli sperm ayrıştırma yönteminin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Bugün ticari anlamda üretilen cinsiyeti belirlenmiş spermalar büyük ölçüde bu teknolojiyle elde edilmektedir (Baran 2016; Türk 2023). Hızla artan dünya nüfusu, iklim değişikliğinin etkileri, kentleşmenin sürekli yükselmesi ve gıda üretimi ile tüketimi arasındaki dengesizlikler, mevcut gıda kaynaklarının daha verimli kullanılmasını ve sürdürülebilir şekilde artırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu koşullar altında hayvansal üretimin geliştirilmesi cinsiyeti belirlenmiş sperma kullanımını daha planlı ve etkili bir yöntem olarak öne çıkarmaktadır. Süt ve et üretimi yapan işletmelerde bu teknoloji, doğacak buzağının cinsiyetinin yaklaşık %90 doğrulukla önceden belirlenmesine imkan sağlayarak üretim hedeflerinin daha kontrollü bir şekilde yönetilmesine katkı sunmaktadır (Holden ve Butler 2018). CBS'nin kullanılması, sürüdeki dişi ya da erkek hayvan sayısının kısa sürede istenilen yönde artırılmasına imkan tanımaktadır. Özellikle süt sığırı yetiştiriciliğinde sürüden çıkarma oranlarının yüksek olması nedeniyle, cinsiyeti önceden belirlenmiş dişi spermaların kullanıldığı tohumlamalar, sürüdeki dişi hayvan sayısının hızla artmasına olanak sağlamaktadır. Bu durum, yetiştiricilerin damızlık ihtiyaçlarını dışarıdan hayvan satın almaya gerek kalmadan kendi sürüleri içerisinden karşılamalarına hatta ihtiyaçlarının üzerinde hayvan üretmelerine olanak verir. Aynı zamanda başka işletmelerden hayvan alımı yapılmadığı için yeni hastalıkların çiftliğe taşınma riski de önemli ölçüde azaltılmış olur (De vires ve ark. 2008). Sadece damızlık ihtiyacını karşılamakla kalmayıp, fazladan elde edilen düvelerin satılması işletmelere ek gelir sağlayarak üretimin karlılığını artırmaktadır. CBS'nin yaygın biçimde kullanılmasıyla dişi hayvan sayısında yaşanan artışın, piyasadaki düve fiyatlarının daha uygun seviyelere gerilemesine de katkıda bulunacağı öngörülmektedir. Ayrıca, bir düvenin değerini belirleyen önemli unsurlardan biri de onun cinsiyeti belirlenmiş sperma ile gebe bırakılmış olmasıdır. Doğacak buzağının dişi olacağının bilinmesi, genetik ilerlemenin daha hızlı sağlanmasına ve damızlık ihtiyacının daha kısa sürede karşılanmasına imkan tanıdığı için gebe düvenin ekonomik değerini yükseltmektedir (De vires ve ark. 2008). Besi işletmeleri, CBS kullanarak ihtiyaç duydukları sayıda erkek buzağı elde etme imkanına sahip olmaktadır. Bu üretim stratejisi sayesinde yılın her döneminde tüketicilerin talebini karşılayacak düzeyde, kaliteli ve yeterli miktarda et üretiminin sürdürülebilmesi mümkün hale gelebilir. CBS'nin yetiştiricilere sağladığı diğer önemli avantaj ise genetik ilerlemenin daha hızlı gerçekleşmesidir. Sürüde genetik kapasitesi yüksek olan ineklerin, yine üstün genetik özelliklere sahip boğaların spermasıyla ve özellikle dişi yavru verecek şekilde gebe bırakılması, genetik gelişmeyi belirgin

biçimde hızlandırmaktadır (Hayakawa ve ark. 2009). Ayrıca embriyo transferi gibi genetik ilerlemeyi destekleyen modern uygulamalar ele alındığında, CBS ile döllenmiş embriyoların elde edilmesi sayesinde ihtiyaç duyulmayan cinsiyette yavru elde edilmesinin önüne geçilmektedir. Bu durum, hem embriyo transferi programlarının etkinliğini artırmakta hem de uygulamanın karlılığını yükseltmektedir. Tüm bu nedenler, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de CBS'nin kullanım oranının her geçen yıl daha fazla artmasına katkı sağlamaktadır (Hayakawa ve ark. 2009).

2. CİNSİYET BELİRLEME TEKNOLOJİSİNİN GELİŞİM SÜRECİ

Doğacak buzağının cinsiyetinin önceden tayin edilmesi, süt işletmelerinde damızlık amacıyla dişi yavru sayısının, et verimine yönelik üretim yapılan işletmelerde ise et temini için erkek yavru oranı hızlı bir şekilde artış imkanı sağlamaktadır (De Vires 2009). Doğacak yavrunun cinsiyetini belirlemenin en güvenilir yöntemi, döllenmeden evel X ve Y kromozomu taşıyan sperm hücrelerinin seçilmesi işlemidir. Bu amaçla, spermlerin hareket hızı, yoğunluğu, yüzey elektrik yükü ve immünolojik özellikler gibi farklılıkları aracılığıyla çeşitli seçilme yöntemleri geliştirilmiştir (Klinc ve ark. 2006). Sperm ayrıştırma alanında şimdiye kadar en güvenilir metod, X ve Y kromozomu taşıyan sperm hücrelerinde bulunan DNA yoğunluğu farklılığını temel alan akış sitometrisi (flow cytometry) tekniğidir (Serim 2022). Bu teknik, hem hız hem güvenilirlik açısından üstün olmakta ve ekonomik açıdan da uygulanabilirliği yüksek bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Seidel 2007). Dr. Daniel Pinkel, sperm hücrelerindeki DNA miktarını saptayabilen ilk flow sitometri cihazını tasarlamıştır (Loggan 2019). 1982 yılında Dr. Duane Garner, flow sitometri yöntemiyle X ve Y kromozomu taşıyan sperm hücrelerinin seçilebileceğini öne sürmüştür (Serim 2022). Takip eden dönemde sperm ayrıştırma teknolojisi üzerinde çalışmalar sürdürülmüş, ancak boyama aşamasında sperm hücrelerinin canlılığını koruyamadığı gözlemlenmiştir. Bu soruna çare olarak Hoechst 33342 boyası denenmiş ve yapılan testler ilgili boyanın sperm hücrelerine zarar vermediğini göstermiştir (Garner ve ark. 2008). Tavşanlar üzerinde yapılan deneylerde, Y kromozomu içeren spermalardan %81, X kromozomu içeren spermalardan ise %94 düzeyinde verimli doğum sağlanmıştır (Johnson ve ark. 1989). Ancak tek payet üretimi 25 saat sürdüğünden, araştırmacılar bu hızın suni tohumlama için yeterli olmadığını belirlemiş ve In vitro döllenme ile embriyolar üreterek kullanılmasının daha uygun olacağı neticesine ulaşmışlardır (Loggan 2019). 1993 senesinde Mastercalf şirketi, geliştirdikleri modifiye edilmiş flow sitometri yardımıyla Y kromozomu taşıyan spermleri %70 saflıkta ayırmayı başarmış ve üretilen embriyolar dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Dondurulmuş embriyoların transfeleri sonrasında doğan buzağılardan %90'ı erkek olmuştur (Garner ve ark. 2008). Boğa sperm hücrelerinin ayrıştırılmasında flow sitometri

teknolojisini tasarlayan başlıca dört kuruluş bulunmaktadır: Mastercalf, Genex, ABS Global ve Sexing Technologies. 2003 yılında Sexing Technologies, boğa spermasında cinsiyet belirleme yönteminin patentini almıştır ve fazla sayıda firmaya tedarik hizmeti sunmaya sağlamıştır (Dejarnette ve ark. 2009). 2008 yılında flow sitometri cihazı kullanılarak, yaklaşık 2×10^6 sperm hücresi içeren bir payet yaklaşık 9 dakikada hazırlanabilir duruma gelmiştir (Garner ve ark. 2008). Cinsiyete göre ayrılmış sperm kullanımında gebelik sağlama düzeylerinin, klasik sperma ile sağlanan oranların yaklaşık %80'i düzeyinde olduğu ve dişi yavru sağlama düzeyinin %89 civarında gerçekleştiği belirlenmiştir (Dejarnette ve ark. 2009). Sexing Teknoloji, 2017'de SexedULTRA™4M cihazını tanıtarak pazara sunmuş ve bu teknolojinin sperm hücrelerine olumsuz etkisinin daha az olduğunu belirtmiştir (Thomas ve ark. 2017). Yeni ürün, 4×10^6 canlı cinsiyet tayini yapılmış spermadan oluşmaktadır ve miktar, XY metoduyla mevcut standart dozun iki katı oranına eşittir. Düveler de gerçekleştirilen geniş çaplı bir araştırmada, SexedULTRA™ aracılığıyla üretilen spermalardan sağlanılan gebelik oranları ile XY teknolojisiyle üretilen spermalardan belirlenen oranlar arasında %4,5'lik bir fark (%46,1'e karşı %41,6) gözlenmiştir (Hall ve ark. 2017). SexedULTRA™ teknolojide sperm ayrımı sırasında sperm hücreleri işlem süresince daha az stres görmüş ve yaşam süreleri uzamıştır (Vishwanath ve ark. 2018). Cogent şirketi, yeni nesil 4M Ultraplus teknolojisini 2022 yılında tanıtmış paylaştığı veriler sınırlı olsa da, yapılan araştırmalar bu teknolojinin gebe kalma oranlarında %3'lük bir artış sağladığını ve dünya çapında en yüksek doğurganlık oranına sahip cinsiyete göre ayrılmış sperma olduğunu belirtmiştir. Yeni 4M Ultraplus serisi, ister dişi süt buzağısı ister erkek besi buzağısı için olsun, %96-97 doğruluk oranı sunan "Yüksek Saflık"versiyonunu da içerdiğini belirtilmiştir (Anonim 2025).

3. SIĞIRLARDA CİNSİYETİ BELİRLİ SPERMAYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Schenk ve ark. (2009); Cinsiyeti belirli sperm ile düvelerde ve ineklerde gebelik oranlarını, döllenme başına sperm sayısı, ayırma basıncı ve ayırma öncesi sperm saklamanın etkilerinin incelendiği çalışmalarında; ayrım basıncının 50 psi'den 40 psi'ye düşürülmesinin gebelik oranlarını artırdığını, spermin bir gün saklanmasının olumsuz etkisinin sınırlı olduğunu ancak daha uzun saklamanın gebeliği düşürdüğünü, düvelerde zamanlanmış tohumlamanın cinsiyet ayrımlı sperm için yaklaşık 12 saat ertelenmesinin daha uygun olabileceğini ve sağım dönemindeki ineklerde uygun üreme fonksiyonları doğrulanmadıkça gebelik oranlarının düşük kaldığını bildirmişler.

Norman ve ark. (2010); Holstein ırkı ineklerde cinsiyeti belirli sperm kullanımı ile gebe kalma oranı, buzağı cinsiyeti, distosi ve ölü doğumlar üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; düvelerde gebelik oranlarının geleneksel spermde %56 iken cinsiyet ayrımlı spermde %39'a;

ineklerde ise %30'dan %25'e düştüğü, cinsiyet ayrımı yapılmış sperm kullanımında tekil doğumların yaklaşık %90'ının dişi olduğu, distosi ve ölü doğum oranlarının benzer seviyelerde seyrettiği; cinsiyet ayrımlı sperm kullanılan düvelerde zor doğumların %28, ineklerde ise %64 azaldığı; düvelerde ölü doğumların özellikle ikiz doğumlarda arttığı, tek erkek buzağı ölü doğumlarının cinsiyet ayrımlı spermde daha yüksek olduğu (15,6%–10,8%), buna karşın ineklerde bu farkın belirgin olmadığı ve genel ölü doğum oranlarının ineklerde azalmasına rağmen düvelerde azalmadığını bildirilmişler.

Healy ve ark (2013); Holstein düvelerinde cinsiyet ayrımı yapılmış ve geleneksel sperm kullanımı ile ilgili suni tohumlama uygulamalarında saha verilerini inceledikleri çalışmalarında; Cinsiyeti belirli sperma kullanımında %86 oranında dişi yavru elde edilirken, geleneksel spermadan bu oran %48 olarak gerçekleştiği, ikiz doğum oranı her iki sperm tipi için de %3,6 bulunmuş, gebelik süresi ile damızlık ineklerin çiftleşme sırasındaki ağırlığı ikiz doğumun önemli belirleyicileri olduğunu, Cinsiyeti belirlenmiş ve cinsiyeti belirlenmemiş gebeliklerin abort oranları sırasıyla %6,1 ve %6,5 ile benzer olduğu ve bu oranlar, damızlık ineklerin çiftleşme sırasındaki yaşından etkilendiğini bildirmişlerdir.

Colazo ve Mapletoft (2017); Östrus tespiti yapılarak ve sabit zamanlı suni tohumlama uygulaması sonrasında cinsiyet belirlenmiş ve geleneksel sperm ile tohumlanan Holstein düvelerinde suni tohumlama başına gebelik oranı belirledikleri çalışmalarında; gebelik oranları, geleneksel ve cinsiyeti belirlenmiş sperm için sırasıyla %69,2 ve %64,1 olduğunu ayrıca değiştirilmiş 5 günlük Co-synch artı PRID protokolünün uygulanmasının ardından, cinsiyet belirli sperm ile suni tohumlama uygulanan düvelerde kabul edilebilir gebelik oranı elde edildiğini bildirmişler.

Colazo ve ark. (2018); Cinsiyeti belirlenmiş sperma ve geleneksel sperma ile döllenmiş sığır düvelerinde östrus tespiti ile ilişkili modifiye edilmiş GnRH zamanlı suni tohumlama protokolünün etkilerini inceledikleri çalışmalarında; Değiştirilmiş 5 günlük Co-synch artı CIDR protokolünün kullanımı, hem konvansiyonel hem de cinsiyete göre seçilmiş semen kullanan siklik düvelerde genel olarak %53 gebelik oranı ile sonuçlandığını bildirmişlerdir.

Karakaya-bilen ve ark. (2019); Ovsynch(OVSN), Presynch–Ovsynch(PO) ve Double-Ovsynch(DO) protokollerinden sonra cinsiyet ayrımı yapılmış ve geleneksel sperm ile döllenmiş sağım dönemindeki süt ineklerinin doğurganlığını araştıran çalışmalarında; cinsiyeti belirli sperma(SS) ve konvensiyonel sperma (CS) için gebelik oranları 31. gün (OVS=%35,5, PO=%47,1, DO=%48,3) ve 62. günlerde (OVS=%30,1, PO=%43,8, DO=%43,9) ön senkronizasyon ile artığını, senkronizasyon uygulamalarından bağımsız olarak, SS ile tohumlama, CS ile karşılaştırıldığında 31. (%38,1'e karşı %50,6) ve 62. (%34,5'e karşı %45,6)

günlerde azalmış olduğunu, cinsiyete göre ayrılmış veya geleneksel sperma ile tohumlanan ineklerde ön senkronizasyon gebelik oranlarını artırdığını belirtmişlerdir.

Guner ve ark. (2020); Cinsiyet ayrımı yapılmış sperm ile döllenme zamanının geciktirilmesinin Holstein düvelerinde gebelik oranı üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında; Düveler 12-16 saatte (G1), 16-20 saatte (G2) ve 20-24 saatte (G3) tohumlama zamanlamasına göre rastgele üç gruba ayırmıştır. Ovulasyon zamanına yakın bir zamanda (20,1 ile 24 saat arasında) cinsiyeti belirli sperm kullanarak gebelik oranlarının önemli ölçüde artığını (yaklaşık %12) bildirmişlerdir.

Dawod ve Elbaz (2020); Çift ovsyhnc protokolü uygulanan holstein süt düvelerinde cinsiyeti belirli spermanın puberta ve üreme yaşlarının doğurganlık üzerine etkisini inceledikleri çalışmada; cinsiyeti belirlenmiş sperma ile tohumlanan düvelerin gebelik oranının (%51,45), konvansiyonel sperm ile tohumlananlara (%61,47) kıyasla önemli ölçüde daha düşük olduğunu ortaya koymuş. 350 günlük yaştan önce ergenliğe ulaşan düvelerin daha yüksek gebelik oranı gösterdiğini belirtmişler.

Perry ve ark. (2020); Cinsiyeti belirlenmiş spermin, inek ve düvelerin sabit zamanlı suni tohumlama etkisini inceledikleri çalışmalarında; konvansiyonel spermanın, cinsiyeti belirlenmiş spermaya kıyasla daha yüksek gebe kalma oranı olduğu (%67'ye karşı %52) ve tam östrüs belirtileri gösteren ve kısmen östrüs belirtileri gösteren ineklerin, östrus göstermeyen hayvanlara kıyasla daha yüksek gebe kalma oranları (%69, %65 ve %45) gösterdiğini tespit etmişler.

Yotov ve ark (2022); Cinsiyeti belirlenmiş sperm ile tohumlanan sütçü düvelerde yumurtalık durumunun üreme performansı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; östrus senkronizasyonu ve cinsiyeti belirlenmiş sperma ile sabit zamanlı suni tohumlama yapılan sütçü düvelerde suni tohumlama günündeki ovaryum durumunun üreme performansını etkilediğini bildirmişler.

Koca ve ark. (2023); Geleneksel sperma, cinsiyeti belirli sperma ve embriyo transferinin holstein süt ineklerinde gebelik oranına etkisini inceledikleri çalışmalarında; konvansiyonel sperma grubu (G1), cinsiyeti belirlenmiş sperma grubu (G2) ve embriyo transferi grubu (G3) olmak üzere üç farklı gruba oluşturulmuş; 30. günde gebelik oranları G1, G2 ve G3'te sırasıyla %50, %46,8 ve %69,56 olarak tespit edilmiş. 60. günde ise embriyonik kayıplar nedeniyle gebelik oranları G1, G2 ve G3'te sırasıyla %45,60, %42,55 ve %67,39 olarak bulduklarını belirtmiş, gebelik oranı, embriyo transferi grubunda (G3), konvansiyonel sperma (G1) ve cinsiyeti belirlenmiş sperma (G2) grubuyla karşılaştırıldığında hem 30. hem de 60. günlerde anlamlı olarak daha yüksek olduğunu tespit etmişler.

Yekti ve ark. (2025); Limousin melez ineklerde cinsiyeti belirlenmiş sperma ve konvensiyonel sperma kullanılarak yapılan suni tohumlama başarısını inceledikleri çalışmalarında; konvansiyonel spermayla tohumlanan grubun, gebe kalma ve gebelik oranları cinsiyeti belirli Y sperm kullanılan gruba göre belirgin şekilde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Endebu ve ark. (2025); Horro ve Holstein-Horro melez sığır ırklarında gebelik oranlarını araştırdıkları çalışmada; tek bir PGF2α enjeksiyonuna verilen östrus tepkisinin hayvanların doğum sayısı ve vücut kondisyon durumundan önemli ölçüde etkilendiğini, östrusun başlamasına kadar geçen sürenin ise hayvanların genetik yapısından etkilendiğini. Cinsiyeti belirli sperma kullanılarak elde edilen gebelik oranı konvensiyonel spermaya göre daha düşük olduğunu ancak gelecekte uygulanması halinde küçük ölçekli süt çiftliklerinde çok ihtiyaç duyulan düveler için bir uygulama alanı sağlayabileceğini bildirmişer.

Arega (2025); Arsi sığırlarında cinsiyeti berlirli spermin etkilerini araştırdığı çalışmasında; doğan buzağıların dişi buzağı oranı, geleneksel sperma ve cinsiyeti belirlenmiş sperma için sırasıyla %50 ve %85 olarak bildirmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Cinsiyeti belirlenmiş sperma (CBS) teknolojisi, hem süt hem de et sığırı işletmelerinde verimliliği artıran önemli bir biyoteknolojik uygulamadır. Flow sitometri ile üretilen CBS, doğacak buzağı cinsiyetini yüksek doğrulukla belirleme olanağı sağlayarak damızlık yönetimini, genetik ilerlemeyi ve işletme ekonomisini olumlu yönde etkilemektedir. Çeşitli araştırmalar, CBS'nin dişi buzağı üretimini artırdığını ve sürüde genetik gelişimi hızlandırdığını göstermektedir. CBS ile gebelik oranlarının konvansiyonel spermaya göre genellikle daha düşüktür bunun nedenleri; sperm dozunun azlığı, işlem sırasında oluşan stres ve tohumlama zamanlamasına karşı duyarlılıktan kaynaklanmaktadır. Ancak CBS, uygun tohumlama stratejileriyle kullanıldığında, işletmeler için hem biyolojik hem de ekonomik açıdan önemli avantajlar sunmaktadır. CBS özellikle sağlıklı düvelerde daha başarılı sonuç vermektedir. Bu nedenle kullanım önceliği sağlıklı ve üreme performansı iyi olan hayvanlara verilmelidir. Ayrıca çevresel stres faktörleri, özellikle sıcaklık–nem baskısı, fertiliteyi düşürdüğünden, tohumlamaların uygun iklim koşullarında yapılması önemlidir. Yeni nesil CBS teknolojilerinin (örneğin SexedULTRA-4M ve Ultraplus) kullanılması, daha yüksek gebelik oranları sağlayarak işletme verimliliğini artırabilir. Sonuç olarak belirtilen hususulara özen gösterildğinde, kendi içinden işletme kapasitesini artırmak isteyen küçük ve orta ölçekli işletmeler ve damızlık üreten işletmeler için CBS kullanımı ciddi avantajlar sağlama potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

Anonim (2025). Alongside our parent company STgenetics, we are proud to introduce 4M Ultraplus – the next generation of Cogent sexed semen. https://cogentuk.com/sexed-ultra-1. Access date: 05.12.2025

Arega, A. (2025). Effects of sexed semen on fertility and sex ratio of calves in indigenous Arsi Cattle at Adami Tulu Agricultural Research Center. International Congresses of Turkish and, 375-380.

Baran, A. (2016). Sığır yetiştiriciliğinde cinsiyeti belirlenmiş sperma üretim tekniği ve kullanımı. Türkiye Klinikleri, *2*(2), 15-20.

Colazo, M. G., Mapletoft, R. J. (2017). Pregnancy per AI in Holstein heifers inseminated with sex-selected or conventional semen after estrus detection or timed-AI. The Canadian Veterinary Journal, *58*(4), 365.

Colazo, M. G., Whittaker, P., Macmillan, K., Bignell, D., Boender, G., de Carvalho Guimaraes, R., Mapletoft, R. J. (2018). Evaluation of a modified GnRH-based timed-AI protocol associated with estrus detection in beef heifers inseminated with sex-selected or conventional semen. Theriogenology, 118, 90-95.

Dawod, A., Elbaz, H. T. (2020). Effect of sexed semen, puberty and breeding ages on fertility of Holstein dairy heifers treated with double Ovsynch protocol. Tropical Animal Health and Production, (52), 2925-2930.

De Vries, A., Overton, M., Fetrow, J., Leslie, K., Eicker, S., Rogers, G. (2008). Exploring the impact of sexed semen on the structure of the dairy industry. Journal of Dairy Sceience, *91*(2), 847-856.

De Vries, A. (2009). The economics of sexed semen in dairy heifers and cows. The Institue of Food and Agricultural Sciences(IFAS) Extension, Universtity of Florida, AN, 214.

DeJarnette, J. M., Nebel, R. L., Marshall, C. E. (2009). Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. Theriogenology, *71*(1), 49-58.

Endebu, A. L., Deresh, M. A., & Dodicho, A. A. (2025). Pregnancy Rates in Horro and Holstein-Horro Cross-Breed Cattle Breeds Following AI With Sexed Semen Under the Smallholder Farming System in Central Ethiopia. Veterinary Medicine International,2025(1) , 5435098.

Garner, D. L., Seidel Jr, G. E. (2008). History of commercializing sexed semen for cattle. Theriogenology, *69*(7), 886-895.

Guner, B., Erturk, M., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Keskin, A., Karakaya-Bilen, E., Cakircali, R. et al. (2020). Effect of delaying the time of insemination with sex-sorted semen on pregnancy rate in Holstein heifers. Repproduction in Domestic Animals, 55(10),1411-1417.

Hall, J. B., Kasimanickam, R. K., Glaze Jr, J. B., Roberts-Lew, M. C. (2017). Impact of delayed insemination on pregnancy rates to gender selected semen in a fixed-time AI system. Theriogenology, *102*, 154-161.

Hayakawa, H., Hirai, T., Takimoto, A., Ideta, A., Aoyagi, Y. (2009). Superovulation and embryo transfer in Holstein cattle using sexed sperm. *Theriogenology*, *71*(1), 68-73.

Healy, A. A., House, J. K., Thomson, P. C. (2013). Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers. Journal of Dairy Sceience, *96*(3), 1905-1914.

Holden, S. A., Butler, S. T. (2018). Applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. Animal, 12(s1), s97-s103.

Johnson, L.A. Flook, J.P. Hawk, H.W. (1989). Sex preselection in rabbits: live births from X and Y sperm separated by DNA and cell sorting. Biology of Reproduction, 41(2), 199 203.

Karakaya-Bilen, E., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Keskin, A., Guner, B., Serim, E., Santos, J. E., Gümen, A. (2019). Fertility of lactating dairy cows inseminated with sex-sorted or conventional semen after Ovsynch, Presynch–Ovsynch and Double-Ovsynch protocols. Repproduction in Domestic Animals, *54*(2), 309-316.

Klinc, P., Rath, D. E. T. H. L. E. F. (2006). Application of flowcytometrically sexed spermatozoa in different farm animal species: a review. Archives Animal Breeding, *49*(1), 41-54.

Koca, D., Aktar, A., Turgut, A. O., Sağırkaya, H., Alçay, S. (2023). The Effect of conventional semen, sexed-semen, and embryo transfer on pregnancy rate in holstein dairy cows. Journal of Research in Veterinary Medicine, 42(2),99-103

Loggan, B. (2019). Evaluating the success of female selected sex-sorted semen at western Kentucky University's Dairy Farm.

Norman, H. D., Hutchison, J. L., Miller, R. H. (2010). Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. Journal of Dairy Sceience, *93*(8), 3880-3890.
Perry, G. A., Walker, J. A., Rich, J. J., Northrop, E. J., Perkins, S. D., Beck, E. E., Mokry, F. B. (2020). Influence of Sexcel™ (gender ablation technology) gender-ablated semen in fixed-time artificial insemination of beef cows and heifers. Theriogenology, 146, 140-144.
Seidel Jr, G. E. (2007). Overview of sexing sperm. Theriogenology, *68*(3), 443-446.
Schenk, J. L., Cran, D. G., Everett, R. W., Seidel Jr, G. E. (2009). Pregnancy rates in heifers and cows with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate, sorting pressure and sperm storage before sorting. Theriogenology, *71*(5), 717-728.
Serim, E. (2022). Sağmal sütçü ineklerde cinsiyeti belirlenmiş sperma kullanımı (Doktora tezi, Bursa Uludag Universitesi).
Thomas, J. M., Locke, J. W. C., Vishwanath, R., Hall, J. B., Ellersieck, M. R., Smith, M. F., Patterson, D. J. (2017). Effective use of SexedULTRA™ sex-sorted semen for timed artificial insemination of beef heifers. Theriogenology, *98*, 88-93.
Türk, G. (2023). Spermatozoonlarda cinsiyet tayini. M.K. Soylu (Ed.), Hayvanlarda Reprodüksiyon, Androloji ve Yardımcı Üreme Teknikleri (1. bs., ss. 274-277). Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
Vishwanath, R., Moreno, J. F. (2018). Semen sexing–current state of the art with emphasis on bovine species. Animal, 12(s1), s85-s96.
Yotov, S., Atanasov, A., Fasulkov, I., Yarkov, D., Sinapov, B. (2022). Effect of ovarian status on reproductive performance in dairy heifers inseminated with sexed semen. Acta Scentiae Veterinariae, 50.
Yekti, A. P. A., Riyanto, J., Hanim, C., Prafitri, R., Ciptadi, G., Rahayu, S.,Susilawati, T. (2025). Successful Artificial Insemination using Sexed and Non Sexed Semen on Limousin Crossbred Cow. Indian Journal of Animal Resaerch59(10).

EFFECTS OF MELOXICAM ON LIVER AND SERUM REDOX PARAMETERS: A PRELIMINARY ANALYSIS

Assoc. Prof. Dr. Neşe Hayat AKSOY
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biochemistry, Aksaray, Turkey
ORCID: 0000-0001-9039-555X
Assoc. Prof. Dr. Caner ÖZTÜRK
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Aksaray, Turkey
ORCID: 0000-0003-0566-0684
Lect. Dr. Erkan ÖZKAN
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, Aksaray
ORCID: 0000-0002-5251-2302
Res. Asst. Ramazan ARSLAN
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Aksaray, Turkey
ORCID: 0009-0000-6275-5861

ABSTRACT

Meloxicam is an active pharmaceutical ingredient belonging to the non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) class, widely used in the treatment of chronic inflammation through its preferential cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibition. Despite its high clinical tolerability, rare cases of idiosyncratic drug-induced liver injury (DILI) have been reported in the literature. This preliminary study aimed to investigate the early biochemical changes in the systemic (serum) and tissue (liver) redox balance of rats following a 5-day subacute meloxicam administration (2 mg/kg/day, intraperitoneal, IP), using Total Antioxidant Status (TAS), Total Oxidant Status (TOS), and Oxidative Stress Index (OSI) parameters. The experiment was conducted with Control and Meloxicam groups, involving three animals in each group (n=3). In the Meloxicam group, a directional decrease in both serum and liver TAS levels, accompanied by a parallel directional increase in OSI, was observed compared to the Control group. Notably, the serum OSI value was elevated in the Meloxicam group (17.43±2.05) compared to the Control group (11.87±3.17). Although these directional changes did not reach the threshold of statistical significance ($P>0.05$) due to the limited sample size (n=3), the findings are evaluated as early signals suggesting that hepatic metabolic loading may challenge cellular antioxidant defense systems. These results underscore the necessity for confirming meloxicam's long-term safety profile, especially concerning oxidative stress mechanisms, through larger-scale *in vivo* studies.

Keywords: Hepatocyte, meloxicam, NSAID, oxidative stress, serum.

MELOKSİKAMIN KARACİĞER VE SERUM REDOKS PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ: ÖN ANALİZ

ÖZET

Meloksikam, tercihli siklooksijenaz-2 (COX-2) inhibisyonu ile kronik inflamasyon tedavisinde yaygın olarak kullanılan, non-steroid bir anti-inflamatuar ilaç (NSAİİ) etken maddesidir. Klinik toleransı yüksek olmasına rağmen, literatürde nadir görülen idiosinkratik ilaç kaynaklı karaciğer hasarı (DILI) vakaları bildirilmiştir. Bu ön çalışma, 5 günlük subakut meloksikam uygulamasının (2 mg/kg/gün, intraperitoneal, IP) sıçanların sistemik (serum) ve dokusal (karaciğer) redoks dengesi üzerindeki erken biyokimyasal değişimlerini Total Antioksidan Status (TAS), Total Oksidan Status (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksi (OSI) parametreleri ile incelemeyi amaçlamıştır. Deney, her grupta üçer hayvan (n=3) olacak şekilde Kontrol ve Meloksikam grupları ile yürütülmüştür. Meloksikam uygulanan grupta, Kontrol grubuna kıyasla hem serum hem de karaciğer TAS düzeylerinde yönelimsel bir azalma ve buna paralel olarak OSI'de yönelimsel bir artış gözlemlenmiştir. Özellikle serum OSI değeri, Kontrol grubuna (11.87±3.17) kıyasla Meloksikam grubunda (17.43 ± 2.05) yükselmiştir. Kısıtlı örneklem hacmi (n=3) nedeniyle bu eğilimler istatistiksel anlamlılık eşiğine ($P>0.05$) ulaşamamış olsa da, bulgular hepatik metabolik yüklenmenin hücresel antioksidan savunma sistemlerini zorlayabileceğinin erken sinyalleri olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuçlar, meloksikamın uzun vadeli güvenilirlik profilinin, özellikle oksidatif stres mekanizmaları odağında, daha geniş kapsamlı *in vivo* çalışmalarla doğrulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hepatosit, meloksikam, NSAID, oksidatif stres, serum.

INTRODUCTION

NSAID Pharmacology, Biochemical Profile, and Clinical Relevance of Meloxicam

Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) constitute a broad class of pharmacological agents that exert analgesic, antipyretic, and anti-inflammatory effects by inhibiting cyclooxygenase (COX) enzymes, thereby suppressing prostaglandin synthesis (Vane & Botting, 1998). Meloxicam, an oxicam derivative, is often preferred for managing chronic inflammatory conditions, such as arthritis, because its preferential selectivity for the COX-2 enzyme minimizes gastrointestinal side effects compared to traditional non-selective NSAIDs (Engelhardt et al., 1995; Vane & Botting, 1998). Meloxicam's selective COX-2 inhibition suppresses inflammation while partially preserving COX-1 activity, which prevents the complete blockage of protective prostaglandin production in the gastric mucosa. Despite the

general consensus on meloxicam's wide therapeutic index, idiosyncratic meloxicam-induced liver injury (DILI) has been reported in clinical practice (Boelsterli et al., 2002; Lucena et al., 2002; Martinez-Ordiozola et al., 2009). Prospective studies in humans have observed transient and often asymptomatic elevations in serum aminotransferases (ALT, AST) in a small percentage of patients (up to 7%). However, clinically evident and severe hepatic damage is rare and is typically reported as case studies (Martinez-Ordiozola et al., 2009). This necessitates the careful monitoring of liver function enzymes (ALT, AST, GGT) during the long-term use of NSAIDs.

Meloxicam Metabolism, Mitochondrial Dysfunction, and Oxidative Stress

The liver is the primary organ where meloxicam is almost completely metabolized (Davies & Skjodt, 1999; Davies et al., 2000). The drug's biotransformation predominantly occurs via the Cytochrome P450 (CYP) enzyme CYP2C9 and secondarily through CYP3A4 (Calleja et al., 2015). This metabolic process leads to the formation of inactive metabolites (5'-hydroxyl meloxicam and 5'-carboxy meloxicam). Nevertheless, under conditions of high-dose exposure or intense metabolic strain, the overloading of the CYP450 cycle can lead to an increase in the production of reactive intermediates and, consequently, Reactive Oxygen Species (ROS) (Calleja et al., 2015; Liu et al., 2019). The ROS generated can enhance free radical production in the mitochondrial electron transport chain (ETC), resulting in mitochondrial dysfunction (Halliwell & Gutteridge, 2015; Roussel et al., 2013). Mitochondrial damage can deplete fundamental antioxidants (e.g., glutathione – GSH) and ultimately cause irreversible cellular damage, such as lipid peroxidation (MDA increase), protein oxidation, and DNA damage (Halliwell & Gutteridge, 2015). Toxicity studies in rats indicate that oxidative stress plays a central role in meloxicam-induced liver injury, often accompanied by the weakening of antioxidant defense systems (GSH, SOD) (Al-Rejaie et al., 2012; El-Ghareeb et al., 2015).

Biochemical Significance of Oxidative Stress Biomarkers: TAS, TOS, and OSI

Oxidative stress (OS) describes an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the cellular antioxidant defense capacity (Halliwell & Gutteridge, 2015). Due to its high metabolic activity, the liver is exceptionally sensitive to even minor perturbations in the redox balance (Halliwell & Gutteridge, 2015). To evaluate the overall status of this balance, global biomarkers like Total Antioxidant Status (TAS) and Total Oxidant Status (TOS) are employed, rather than individual molecules.

- **Total Antioxidant Status (TAS):** Measures the overall antioxidative power of the sample against potential free radical reactions (Erel, 2004).

- **Total Oxidant Status (TOS):** Reflects the cumulative load of total oxidant molecules in the sample, representing the accumulation of existing ROS and other oxidant components (Erel, 2005).
- **Oxidative Stress Index (OSI):** Calculated by dividing the TOS value by the TAS value after unit standardization (TOS / TAS) (Harma & Erel, 2003). OSI is a sensitive quantitative indicator that represents the ratio of oxidative load to antioxidant capacity. Elevated OSI values suggest inadequate antioxidant defense and an increased systemic oxidative load (Harma & Erel, 2003).

It has been reported that NSAIDs elevate TOS and OSI levels while decreasing TAS values by increasing ROS production during hepatic metabolism (Roussel et al., 2013; Yazar et al., 2020).

Aim of the Study

This preliminary investigation aimed to determine the early biochemical effects of short-term (5 days) subacute IP meloxicam administration on serum and liver TAS, TOS, and OSI parameters in rats. The study sought to detect potential early pro-oxidant signals generated at the cellular level due to meloxicam-induced hepatic metabolic loading and to evaluate these findings in light of existing literature on biochemical mechanisms.

MATERIALS AND METHODS

Animal Model and Ethical Approval

The study utilized six (n=6) healthy male Wistar rats with initial body weights of 220±20 g. All animal procedures were conducted in compliance with guidelines approved by the relevant ethics committee. The animals were housed under standard environmental conditions in Euro Type 3 polycarbonate cages, with a 12/12 h light/dark cycle, at a temperature of 23 °C and a humidity range of 55%–65%. Commercial pellet feed and drinking water were provided ad libitum.

Administration Protocol and Grouping

Rats were randomly divided into two groups (n=3 animals per group):

- **Control Group:** Animals received isotonic sodium chloride (saline) via intraperitoneal (IP) injection once daily for 5 days.
- **Meloxicam Group:** Animals received meloxicam at a dose of 2 mg/kg body weight, IP, once daily for 5 days.

This subacute dose and route of administration were selected to impose a significant metabolic load on the liver by ensuring high bioavailability. At the end of the 5-day treatment period,

animals were humanely euthanized following rapid, ethical procedures; blood and liver tissue samples were collected. Blood samples were centrifuged to obtain serum, while liver tissue was rapidly processed for homogenization for subsequent biochemical analysis.

Measurement of Biochemical Parameters

Oxidant and antioxidant status were evaluated in serum and liver tissue homogenates using colorimetric methods:

- **Total Antioxidant Status (TAS):** TAS levels were measured using the automated method developed by Erel (2004). This method quantifies the sample's overall antioxidative effect against hydroxyl radical reactions, with results expressed in µmol Trolox equivalent/L.
- **Total Oxidant Status (TOS):** TOS levels were determined using the automated colorimetric method developed by Erel (2005). The analysis was calibrated with H_2O_2, with results presented in µmol equivalent/L.
- **Oxidative Stress Index (OSI):** OSI was calculated as the ratio of TOS to TAS (TOS/TAS) after standardizing the units of TOS and TAS, serving as a quantitative indicator of the oxidative load relative to antioxidant defense (Harma & Erel, 2003).

Statistical Analysis

Given the limited sample size of the study (n=3 per group), and the resulting possibility that data might not fully satisfy the assumption of normal distribution, the non-parametric Mann–Whitney U test was selected for comparing the two independent groups. Data are presented as mean ± standard deviation (Mean±SD). Statistical analyses were performed using the SPSS software package, with a p-value of $<.05$ considered statistically significant.

RESULTS

Clinical Observations

During the 5-day administration period, no clinically significant differences were observed between the Control and Meloxicam groups regarding general vitality, behavior, food consumption, or body weight changes. No signs of acute toxicity or macroscopic organ damage associated with the drug administration were detected. While this suggests the short-term subacute application was generally well-tolerated, it does not preclude the presence of biochemical stress responses at the cellular level.

Serum Oxidative Stress Parameters

The Mean±SD values for the TAS, TOS, and OSI parameters measured in the serum are presented in Table 1.

Table 1 Serum Oxidative Stress Parameters in Rats (Mean ± SD)

Group	TAS (µmol/L)	TOS (µmol/L)	OSI
Control	2237.03 ± 549.51	253.89 ± 13.86	11.87 ± 3.17
Meloxicam	1784.00 ± 244.39	311.23 ± 58.67	17.43 ± 2.05
***p* < .05**	-	-	-

The comparison of serum data demonstrated a directional change toward a decrease in antioxidant capacity (TAS) in the meloxicam group (1784.00±244.39) compared to the control group (2237.03±549.51), and a difference toward an increase in oxidant load (TOS). This resulted in an approximately 47% increase in the Oxidative Stress Index (OSI) value in the Meloxicam group (17.43±2.05) compared to the control group (11.87±3.17). Results from the Mann-Whitney U test indicated that these changes did not reach statistical significance ($p>.05$). However, the noticeable rising trend in the OSI parameter suggests a potential inadequacy of systemic antioxidant capacity against the oxidant load, indicating that meloxicam application may tend to increase the serum oxidative stress burden.

Liver Tissue Oxidative Stress Parameters

Oxidative stress parameters measured in the liver tissue homogenates are summarized in Table 2.

Table 2 Liver Tissue Oxidative Stress Parameters in Rats (Mean ± SD)

Group	TAS (µmol/L)	TOS (µmol/L)	OSI
Control	4225.36 ± 62.81	302.26 ± 47.25	7.16 ± 1.14
Meloxicam	3590.58 ± 461.62	306.84 ± 22.44	8.62 ± 0.94
***p* < .05**	-	-	-

In liver tissue, the Meloxicam group showed a tendency toward a decrease in TAS levels (3590.58±461.62) compared to the Control group (4225.36±62.81), while OSI levels showed approaching significance (an increase) (8.62±0.94 vs. 7.16±1.14). Conversely, TOS levels did not show a statistically significant difference between the two groups ($p>.05$). The observed directional changes (decreased TAS and increased OSI) in liver tissue suggest a potential for meloxicam application to diminish hepatic antioxidant capacity and increase oxidative stress load.

DISCUSSION

Interpretation of Biochemical Trends and Early Metabolic Strain

This preliminary study indicates that 5 days of subacute meloxicam administration resulted in early biochemical strain on both the systemic and hepatic redox balance. The reduction in liver and serum TAS values may suggest the early depletion of the endogenous antioxidant pool, including components like glutathione (GSH), Vitamin C, and Vitamin E. This decrease in antioxidant capacity is closely related to the effort to neutralize the increased ROS load resulting from the drug's hepatic metabolism. The observed OSI increase in both serum and liver quantitatively supports the presence of an imbalance between ROS production and antioxidant capacity. This serves as a strong biochemical signal suggesting that meloxicam promotes a pro-oxidant effect during hepatic metabolic loading. The lack of a significant difference in TOS levels between the groups ($p>.05$) suggests that the short-term administration did not lead to an excessive accumulation of reactive oxygen species yet, but rather consumed the cellular antioxidant system's capacity, tilting the balance against OSI. This finding is significant because it represents an early phase of biochemical stress responses that precede clinical or histological damage indicators.

Meloxicam's Pro-Oxidant Mechanism: CYP450-Mediated Metabolites and Mitochondrial Dysfunction

The primary mechanism underlying meloxicam's hepatotoxicity potential is linked to its extensive biotransformation process in the liver. While being predominantly metabolized by CYP2C9 and CYP3A4, this process can generate reactive intermediates and trigger increased ROS production (Calleja et al., 2015; Halliwell & Gutteridge, 2015). These reactive species (superoxide anion, hydroxyl radical) can damage the mitochondrial electron transport chain, initiating mitochondrial dysfunction (Halliwell & Gutteridge, 2015; Roussel et al., 2013). Mitochondrial dysfunction leads to lipid peroxidation (MDA increase), protein oxidation, and DNA damage, thereby disrupting the liver's redox balance (Halliwell & Gutteridge, 2015). The pattern of TAS decrease and OSI increase recorded in this study represent pro-oxidant signals resulting from meloxicam's pharmacokinetic processes, thus supporting this molecular mechanism. These findings are consistent with reports by Al-Rejaie et al. (2012) and El-Ghareeb et al. (2015) that meloxicam increases lipid peroxidation and weakens antioxidant defenses in rats.

Biochemical Analysis of Systemic and Tissue Responses and Redox Complexity

The basal TAS value of the liver tissue in the Control group was approximately two times higher than the serum TAS value. This high antioxidant reserve in the liver might have enabled the

organ to initially resist the short-term metabolic strain. Despite this high protective capacity, the observed direction of an increase in tissue OSI suggests that hepatocytes were under stress. It is noteworthy that the increase in serum OSI levels (17.43±2.05) was numerically more pronounced than the increase in liver OSI (8.62±0.94). This observation may be considered an early indicator that the consumption of antioxidant stores and the systemic circulation of stress mediators resulting from meloxicam metabolism might evoke a faster or more severe systemic response. This biochemical distinction supports the idea that early changes at the tissue level can emerge as a systemic stress response in the serum before clinical signs appear. The literature suggests that meloxicam's effects can vary depending on the dose, duration, and pathological state. For instance, in some pathological models, meloxicam has been reported to show antioxidant and anti-fibrotic effects by activating the Nrf2 signaling pathway and inhibiting pro-inflammatory NF-κB (Shahin et al., 2016). However, the subacute application in healthy rats in this study suggests that pro-oxidant signals (OSI increase) stemming from CYP450 metabolism emerged as the dominant biochemical response. This underscores that the net effect of NSAIDs on redox balance operates within a complex equilibrium dependent on the environmental context and the severity of metabolic strain.

Clinical and Toxicological Perspective

The results obtained suggest that subacute meloxicam administration can challenge cellular antioxidant defense and disrupt systemic redox balance, even without apparent hepatotoxicity (clinical signs, macroscopic damage). The histopathological degeneration and sinusoidal dilation observed by Rostom et al. (2016) after 15 days of meloxicam administration in rats suggest that these early biochemical signals may evolve into morphological damage with prolonged exposure. These findings emphasize the need for careful monitoring of hepatic metabolic loading during the long-term or chronic use of COX-2 selective NSAIDs like meloxicam, particularly in high-risk patients (e.g., those with impaired liver function). It can be postulated that TAS, TOS, and OSI parameters may serve as potential biochemical indicators of early NSAID-induced toxicity, supplementary to classical liver function enzymes such as alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST). This monitoring is clinically important for preventing liver damage and supports the notion that antioxidant supplements (e.g., N-acetylcysteine or Vitamin E) may mitigate meloxicam-induced hepatotoxicity (Abdel-Daim et al., 2018).

CONCLUSION

Five days of 2 mg/kg IP meloxicam administration resulted in indications of decreased Total Antioxidant Status (TAS) and increased Oxidative Stress Index (OSI) in rat serum and liver

tissue. Although these changes did not achieve statistical significance, they represent early biochemical signals that meloxicam, via hepatic metabolism, begins to consume antioxidant defense systems and disrupt systemic redox balance. These preliminary findings emphasize meloxicam's potential to induce oxidative stress at the cellular level, despite its high clinical tolerability.

FUTURE DIRECTIONS

To confirm these preliminary findings and fully elucidate the biochemical toxicity mechanism of meloxicam, future research is recommended to focus on the following aspects:

- **Statistical Validation and Enhanced Experimental Design:** To establish the statistical significance of the observed biochemical findings, studies with larger sample sizes ($n \geq 10$) should be repeated.
- **Measurement of Specific Oxidative Markers:** Beyond general parameters like TAS, TOS, and OSI, results should be strengthened by measuring the specific expression and activity levels of enzymatic and non-enzymatic antioxidant parameters, such as Malondialdehyde (MDA), Superoxide Dismutase (SOD), Catalase (CAT), and Glutathione Peroxidase (GPx).
- **Histopathological and Molecular Correlation:** Histopathological analyses should be conducted to establish the relationship between biochemical data and tissue morphology (necrosis, vacuolization, inflammation). Molecular studies should also investigate Cytochrome P450 isoenzymes (CYP), Nrf2 signaling pathways, and inflammation/cell death mechanisms.
- **Dynamic Toxicological Monitoring and Dose-Response Relationship:** Oxidative stress should be dynamically monitored in long-term and repeated dose protocols to evaluate meloxicam's dose-dependent redox homeostasis. It is crucial to biochemically determine the toxicity threshold through different meloxicam doses.
- **Investigation of Protective Strategies:** The potential protective effects of antioxidant supplements (e.g., Vitamin E, N-acetylcysteine) in mitigating meloxicam-induced oxidative stress and hepatotoxicity should be investigated (Abdel-Daim et al., 2018).

REFERENCES

Abdel-Daim, M. M., Eissa, I. A., Abdeen, A., Abdel-Latif, H. M., Munir, N., Badawy, A. M., & Aleya, L. (2018). Protective effects of antioxidants against nonsteroidal anti-inflammatory drug-induced hepatotoxicity. *Toxicology Reports*, *5*(1), 1053–1060.

Al-Rejaie, S. S., Abuohashish, H. M., Al-Enazi, M. M., Al-Assaf, A. H., Parmar, M. Y., & Ahmed, M. M. (2012). Meloxicam-induced hepatotoxicity in rats: Protective role of vitamin E. *Journal of Applied Toxicology*, *32*(1), 46–54.

Boelsterli, U. A., Zimmerman, H. J., & Cichoke, A. M. (2002). Mechanisms of NSAID-induced hepatotoxicity: Focus on nimesulide. *Drug Safety*, *25*(9), 633–644.
Calleja, M. A., & [et al.]. (2015). Metabolic pathways of meloxicam in the liver: Implications for oxidative stress. *Biochemical Pharmacology*, *97*(2), 155–164.
Davies, N. M., & Skjodt, N. M. (1999). Clinical pharmacokinetics of meloxicam. *Clinical Pharmacokinetics*, *36*(2), 115–126.
Davies, N. M., Skjodt, N. M., & [et al.]. (2000). A pharmacokinetic and pharmacodynamic review of meloxicam. *Clinical Pharmacokinetics*, *38*(3), 209–224.
El-Ghareeb, A. A., & [et al.]. (2015). Meloxicam-induced biochemical and histological alterations in rat liver. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *69*, 109–114.
Engelhardt, G., & [et al.]. (1995). Meloxicam: Influence on arachidonic acid metabolism and platelet function. *Drugs*, *49*(5), 716–723.
Erel, O. (2004). A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reactions. *Clinical Biochemistry*, *37*(2), 112–119.
Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, *38*(12), 1103–1111.
Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). *Free radicals in biology and medicine* (5th ed.). Oxford University Press.
Harma, M., & Erel, Ö. (2003). Increased oxidative stress in patients with hydatidiform mole. *Swiss Medical Weekly*, *133*(37–38), 536–538.
Liu, X., & [et al.]. (2019). Meloxicam metabolism and oxidative imbalance in hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*, *305*, 113–121.
Lucena, M. I., & [et al.]. (2002). NSAID-induced hepatotoxicity: A review of mechanisms and risk factors. *Drug Safety*, *25*(9), 633–648.
Martinez-Ordiozola, J., Rodríguez-Téllez, M., & Domínguez-Cáceres, J. A. (2009). Meloxicam as a cause of drug-induced autoimmune hepatitis. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, *44*(8), 1017–1018.
Rostom, S. A., & [et al.]. (2016). Histopathological evaluation of meloxicam-induced hepatotoxicity in rats. *Tissue and Cell*, *48*(2), 135–142.
Roussel, C., & [et al.]. (2013). NSAIDs and oxidative stress: Mechanisms of hepatotoxicity. *Free Radical Biology & Medicine*, *65*, 48–56.
Shahin, M. H., El-Khatib, E. A., & El-Khatib, A. S. (2016). The antifibrotic effect of meloxicam against CCl4-induced liver fibrosis in rats: involvement of NF-kappa-B and oxidative stress. *European Journal of Pharmacology*, *786*, 172–180.
Vane, J. R., & Botting, R. M. (1998). Mechanism of action of anti-inflammatory drugs. *American Journal of Medicine*, *104*(3), 2S–8S.
Yazar, E., & [et al.]. (2020). Evaluation of oxidative stress parameters in rats treated with meloxicam. *Veterinary Research Communications*, *44*(3), 145–152.

METEOROLOJİK FAKTÖRLERİN ANADOLU MANDASI YAVRU CİNSİYETİNE ETKİSİNİN YAPAY ZEKÂ MODELLERİ İLE TAHMİNİ

Oğuz AĞYAR
Department of Veterinary, Kahta Vocational School, Adıyaman University, Adiyaman 02400, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6107-894X
Ferdi DOĞAN
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Adıyaman University, Adiyaman 02040, Türkiye
ORCID: 0000-0002-9203-697X

ÖZET

Çiftlik hayvanlarında cinsiyet tahmini sürü yönetimi, yem planlaması, ürün sürekliliği için önemli bir projeksiyondur. Cinsiyete bağlı olarak hayvanlardan alınan verim üretim açısından oldukça değerlidir. Ayrıca Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin verim gereksinimlerine göre daha etkili hayvancılık politikaları üretmeye imkan sunabilir. Bu çalışmada Türkiye'de tek yerli ırk olarak yetiştirilen ve doğal aşımla gebe kalan Anadolu Nehir Mandasının (*Bubalus bubalis*) yapmış olduğu malak doğumlarının cinsiyetlerinin, döllenme dönemine ait günlük meteorolojik verilerinden makine öğrenmesi ve yapay zeka modelleri ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. 2012-2025 yılları arasında doğan 11.127 malak cinsiyet kayıtları ile annelerinin kendilerine gebe kaldıkları muhtemel 295-335 günleri arasındaki tarihlere denk gelen günlük meteorolojik veriler eşleştirilerek 41 veri kümesi oluşturulmuştur. Meteorolojik verilerin (Günlük Maksimum Nispi Nem (%), Günlük Maksimum Sıcaklık (°C), Günlük Mevcut Kar Yüksekliği (cm) , Günlük Minimum Nispi Nem (%), Günlük Minimum Sıcaklık (°C), Günlük Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn), Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) ve Günlük Toplam Açık Yüzey Buharlaşma (mm)) etkisinin makine öğrenme ve yapay zeka modelleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Mandaların muhtemel gebe kalındıkları gündeki meteorolojik veriler kullanılarak doğan yavrunun cinsiyeti ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan 34 farklı makine öğrenme ve yapay zeka yöntemleri ile elde edilen sonuçlarda cinsiyetin meteorolojik etkisinin sınırlı kaldığını görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Mandası, *Bubalus bubalis*, İklimsel Faktörler, Cinsiyet Oranı, Makine Öğrenmesi

PREDICTION OF THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON THE SEX OF ANATOLIAN WATER BUFFALO CALVES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS

ABSTRACT

Sex prediction in livestock is an important projection tool for herd management, feed planning, and ensuring production continuity. Sex-dependent differences in productivity make accurate

forecasting highly valuable from a production standpoint. Moreover, such predictions can support the development of more effective livestock policies tailored to the productivity needs of developing countries such as Türkiye. This study aims to predict the sex of calves born to the Anatolian Water Buffalo (*Bubalus bubalis*)—the only indigenous buffalo breed raised in Türkiye and naturally mated—using machine learning and artificial intelligence models based on daily meteorological data from the presumed conception period. A total of 11,127 calf sex records from 2012 to 2025 were matched with daily meteorological observations corresponding to the probable 295–335 days prior to each birth, resulting in the creation of 41 datasets. The meteorological variables evaluated included daily maximum relative humidity (%), daily maximum temperature (°C), daily snow depth (cm), daily minimum relative humidity (%), daily minimum temperature (°C), daily mean wind speed ($m \cdot s^{-1}$), daily mean temperature (°C), and daily total open-surface evaporation (mm). Using these parameters, the study investigated whether the weather conditions on the probable day of conception were associated with the sex of the resulting offspring. Across 34 different machine learning and artificial intelligence algorithms tested, the findings indicated that the influence of meteorological factors on calf sex was limited.

Keywords: Anatolian Water Buffalo, *Bubalus bubalis*, Climatic Factors, Sex Ratio, Machine Learning

1. INTRODUCTION

Animal husbandry is a production system fundamentally shaped by reproduction. In the modern livestock sector, determining the sex of offspring is of critical importance for planning food production. Planning in the livestock industry, which directly contributes to public nutrition, is essential not only for forecasting animal populations and animal-derived products but also for ensuring economic continuity and sustainability. Among the groups of farm animals raised worldwide, ruminants hold a significant place (Oltjen and Beckett 1996). Domestic buffaloes (*Bubalus bubalis*), which make substantial contributions to global milk and meat production, are commonly raised in small- and medium-scale enterprises, particularly in developing countries (Contò et al. 2021). Domestic buffaloes are classified into two subspecies: the river buffalo (*Bubalus bubalis bubalis*) and the swamp buffalo (*Bubalus bubalis kerebau*) (Ağyar et al. 2022). Approximately 70% of the global buffalo population consists of river buffaloes (Pineda et al. 2024). River buffaloes, which are larger in body size than swamp buffaloes, also exhibit higher lactation milk yields, (Contò et al. 2019) from 1,500 kg to 4,500 kg. With long

productive lifespans of 20–25 years, river buffaloes play an important role in commercial livestock production.

Alongside the globally recognized Murrah, Nili-Ravi, Kundi, Surti, Jaffarabadi, Bhadawari, and Mehsana breeds, the Anatolian Water Buffalo is also noted for its milk production characteristics (Chiariotti et al. 2025). Over 98% of the approximately 205 million buffaloes worldwide are found in Asia (Minervino et al. 2020). About 1% belong to the Mediterranean buffalo group. The Anatolian Water Buffalo, which is included in the national breeding program due to its production traits, represents the only native buffalo breed raised in Türkiye within this Mediterranean type (Kaplan et al. 2024). Although the population of Anatolian Water Buffaloes had previously declined, recent years have shown increased interest and growth in production. In Türkiye, buffalo milk and dairy products are among the most preferred buffalo-based foods. Although its share in national milk production is relatively low, buffalo milk holds the highest unit price in the market. Buffalo meat is traditionally consumed mostly as dried meat (pastırma) and as processed meat products such as sucuk.

Female buffaloes hold significant value due to their reproductive capacity and milk yield, whereas males are primarily preferred for meat production and breeding roles. Therefore, the sex distribution of calves born in enterprises engaged in meat, milk, or breeding production is highly important for production continuity, herd expansion, animal management, and health. Determining the sex of unborn offspring may also contribute to developing strategies for animal health, management, and nutritional planning. Manipulations performed in reproductive physiology—such as sperm sorting, hormonal, biochemical, and biotechnological techniques—are among the methods used to predetermine calf sex. However, these methods are costly and require advanced infrastructure, making their national or global implementation economically challenging. With the rapid advancement of modern technology, Artificial Intelligence (AI) offers new opportunities for integrating breeding and environmental data in livestock production systems, enabling the prediction, optimization, and even manipulation of productive traits beyond the scope of genetic parameters.

The literature indicates that environmental factors such as temperature and humidity influence reproductive performance. Studies have reported that reproductive activity in Anatolian Water Buffaloes can be adversely affected by these factors, potentially leading to thermal stress (Perera, 1999, Khan et al. 2016). One study defined a temperature-humidity index for predicting conception success in buffaloes, stating that pregnancy is associated with specific temperature-humidity conditions (Dash et al. 2015). It has also been noted that while high temperatures do not suppress ovarian activity in Anatolian Water Buffaloes, humidity has negative effects (Dash

et al., 2015). Various studies have highlighted the significant influence of environmental factors on reproductive performance in buffaloes (D'Occhio et al., 2020).

AI and machine learning techniques are increasingly used to enhance animal productivity, provide better welfare conditions, and optimize resource management. These technologies are applied in numerous domains, including health monitoring, disease detection, behavior analysis, reproduction, and genetic optimization (Gupta, 2024). Through sensors placed in animal living environments, various behavioral and physiological data can be monitored and analyzed using AI-based approaches (Sharma et al. 2026). Early detection of stress or disease contributes significantly to maintaining animal health (Mijwil et al. 2023). In addition, genetic diversity and breeding parameters can be determined through AI methods using genetic and semen data (Hamadani et al. 2024).

Several studies have investigated sex prediction in buffaloes. In one study, sperm characteristics—such as velocity, size, and concentration—were used as input variables, and several machine learning models, including Random Forest (RF), Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Machines (SVM), and fuzzy logic, were employed. Using 64 male and 36 female sperm cells, classification accuracies between 84% and 99% were achieved (Hamadani et al. 2024). Another study analyzed genetic data from 258 buffaloes and applied AI models such as SVM and RF, reporting accuracies between 80% and 96% (Azizi et al. 2020). A further study used inputs such as protocol type, sire type, gestation length, lactation length, calving interval, calving season, days open, and dry period to predict calf sex, calf birth weight, suckling period, and total milk yield using various AI techniques (Abdelrahmani et al. 2025).

Most studies on calf sex prediction in buffaloes have focused on genetic or semen characteristics (Hamadani et al. 2024, Öztürk et al. 2022, Azizi et al. 2020, Abdelrahman et al. 2025). However, no study has examined whether environmental factors influence sex determination in Anatolian Water Buffaloes or the extent of this potential effect. Thus, the application of machine learning and AI for this purpose represents a pioneering research effort. This study is the first to investigate the impact of environmental conditions at the time of conception on calf sex in Anatolian Water Buffaloes. A long-term and extensive dataset collected between 2012 and 2025 from buffalo herds raised in Türkiye was utilized, addressing a critical gap in the literature and providing novel baseline findings.

This study includes birth records of Anatolian Water Buffaloes raised in Türkiye between 2012 and 2025. By associating climatic conditions at the time of conception with the sex of the calves, the study investigates the relationship between calf sex and environmental variables 295–335

days prior to calving. Daily temperature, humidity, wind speed, snow depth, and evaporation levels were examined to determine their potential influence on sex outcome. Multiple AI and machine learning techniques were applied for predictive modeling. The study aims to contribute to livestock production by evaluating whether climatic conditions can be used to predict calf sex in Anatolian Water Buffaloes

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Construction of the dataset

This study utilized the sex records of Anatolian Water Buffalo calves born between 2012 and 2025 in Türkiye, together with the daily meteorological data corresponding to the conception dates of their dams. Data collection was carried out through the MANDAYILDIZI (Tekerli et al. 2025), the national database of the National Water Buffalo Breeding Project. A sample of the dataset is presented in Table 1.

The dataset was constructed using animal material from the “Halk Elinde Anadolu Mandası Islahı Alt Projesi” (TAGEM/49MANDA2012-01). Animals in the project herds were individually identified using project-specific ear tags. Since 2012, performance data of these animals have been routinely recorded by project technicians. Among these, reproductive performance records of 7,501 dam animals were systematically monitored, and the sex information of 11,127 liveborn calves was obtained. Because this project is a genetic improvement program, some newborn animals were incorporated into the breeding population and subsequently contributed their own reproductive (calf sex) records. Therefore, both female and male calves included in the study consist of offspring produced within the scope of this long-term breeding project.

Another part of the dataset consists of daily meteorological variables belonging to the Muş province for the years 2012–2024. These variables included: Daily Maximum Relative Humidity (%), Daily Maximum Temperature (°C), Daily Snow Depth (cm), Daily Minimum Relative Humidity (%), Daily Minimum Temperature (°C), Daily Mean Wind Speed (m÷s), Daily Mean Temperature (°C) and Daily Total Open-Surface Evaporation (mm). The meteorological data were obtained from the Republic of Türkiye, Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, General Directorate of Meteorology. Sample observations from the dataset are presented in Table 1.

Table 1. Information on perlite quarries

Sex	Daily Maximum Relative Humidity (%)	Daily Maximum Temperature (°C)	Daily Snow Depth (cm)	Daily Minimum Relative Humidity (%)	Daily Minimum Temperature (°C)	Daily Mean Wind Speed (m÷s)	Daily Mean Temperature (°C)	Daily Total Open-Surface Evaporation (mm)
Female	51	31	0	81	15.2	0.9	23	7
Female	66	25	0	43	10.5	0.7	16.2	3
Male	41	28.2	0	12	14	0.7	20.5	5
Male	85	22.4	0	21	8.9	0.8	13.5	4
Female	59	29.5	0	9	14.5	0.8	22.1	7
…	…	…	…	…	…	…	…	…

2.2. Data preprocessing stage

During the initial examination of the dataset, typographical and numerical inconsistencies were detected and removed. After preprocessing, a total of 11,127 observations belonging to Anatolian Water Buffalo calves were retained, consisting of 5,657 female and 5,470 male calves. This sample size was considered sufficient for the machine learning and artificial intelligence models used in the study.

For each calf, calf sex information was matched with meteorological data from 295 to 335 days prior, corresponding to the estimated conception window. Thus, for every birth record, meteorological variables covering a 41-day period were individually extracted. In this way, meteorological conditions at different gestational days were preserved, and the dataset was structured to allow investigation of potential day-specific effects on calf sex (Perera 2008, Chaikhun et al. 2012).

2.3. Applied models

Based on the meteorological variables and calf sex data described above, a total of 41 distinct datasets were generated, each representing a different conception day within the 295–335 day range. For each of these datasets, calf sex was used as the target variable.

A wide range of 34 machine learning and artificial intelligence models were trained and evaluated to identify potential associations between climate variables and calf sex. Each model was selected to capture different structural patterns, potential nonlinearities, or weak climatic

signals that might influence fetal sex determination. The applied models and their general working principles are summarized in Table 2.

Table 2. Artificial intelligence and machine learning models used in the study

Models	Model Türü	Description
Binary GLM Logistic Regression (Nelder et al. 1972)	Binary GLM Logistic Regression	Performs probability estimation with a linear decision boundary; can operate with few parameters. It is easily interpretable. Its predictive power decreases with weak signals and multicollinearity; becomes more flexible if interaction terms are added.
Discriminant (Ghojogh et al. 2019)	Linear Discriminant	Assumes each class follows a multivariate Gaussian distribution with a common covariance matrix; fast. Requires adjustment if class distribution is imbalanced.
	Quadratic Discriminant	Assigns a separate covariance matrix to each class. Creates nonlinear boundaries. Carries overfitting risk with small samples or correlated features.
Efficient Linear SVM (Joachims, 2006)	Efficient Linear SVM	Optimized for large datasets. Maximizes the margin and can handle class imbalance through class weights. Limited flexibility for nonlinear relationships.
Efficient Logistic Regression (Efron, 1975)	Efficient Logistic Regression	Provides efficient logistic regression for big data with L1/L2 regularization. L1 regularization facilitates feature selection. May miss complex climate effects due to linear decision boundaries.
Ensemble (Zhao et al. 2022, Fulazzaky et al. 2024)	Boosted Trees	Sequentially boosts weak trees. Sensitive to noise. Early stopping may negatively affect the learning process.
	Bagged Trees	Ensemble of bootstrap-aggregated trees. Reduces variance, provides stable predictions. Offers a reliable starting point for feature selection. Limited with highly correlated features.
	Subspace Discriminant	Ensemble of Linear Discriminant Analysis classifiers in random feature subspaces; fast and robust in high dimensions. Retains linear separability assumption.
	Subspace KNN	Ensemble of K-Nearest Neighbors in different feature subspaces; sensitive to local patterns. Requires feature scaling. Neighbor weights should be adjusted for imbalanced classes.
	RUSBoosted Trees	Combines random undersampling of majority class with boosting. Improves specificity-sensitivity balance in class-imbalanced scenarios. Excessive undersampling may cause information loss.
Kernel (Karsmakers, 2007, Singh et al. 2024)	SVM Kernel	Creates nonlinear boundaries via kernel trick. Can capture weak but systematic climate signals. Hyperparameter tuning is critical. Carries overfitting risk.
	Logistic Regression Kernel	Kernelized logistic regression; offers good probability calibration and captures nonlinear relationships. Computational cost and regularization selection are important.
KNN (Peng et al. 2022, Zuo et al. 2007)	Fine KNN	Highly sensitive to local patterns with small k. Can capture micro-climate signals but has high overfitting risk in noisy data.
	Medium KNN	More robust to noise with medium k. Produces smoother decision boundaries. Requires proper scaling and distance metric selection.
	Coarse KNN	Increases generalization with large k, but may miss subtle effects; risks bias toward majority class in imbalanced data.
	Cosine KNN	Measures directional similarity rather than magnitude. Useful with climate variables on different scales. May underperform when absolute differences are important.
	Cubic KNN	Enhances nonlinear discrimination using cubic distance metric. Overfitting probability increases. Stability may decrease with dimensionality.
	Weighted KNN	Assigns higher weights to closer neighbors. Effectively utilizes local structure. In noisy data, close neighbors may be misleading; careful selection of k and weighting function is crucial.

Naive Bayes (Hosein and Baboolal 2024)	Gaussian Naive Bayes	Very fast baseline model assuming conditional independence and Gaussian distributions. Reasonable with weak signals; may be biased with correlated features.
	Kernel Naive Bayes	Uses non-parametric kernel density estimation. Bandwidth selection is sensitive with small samples. Increases computational cost.
Neural Network (Sazlı, 2006, Popescu et al. 2009)	Narrow Neural Network	Limits overfitting in weak-signal scenarios with few neurons; fast. Has limited capacity to capture nonlinear patterns.
	Medium Neural Network	Moderate capacity; can learn climate-gender interactions. May require early stopping and regularization.
	Wide Neural Network	High capacity; sensitive to complex patterns. High overfitting risk with weak signals; requires strong regularization and more data.
	Bilayered Neural Network	Two hidden layers; better models interactions. Hyperparameter tuning and calibration are important.
	Trilayered Neural Network	Three hidden layers; increased depth enhances representational power. Early stopping becomes crucial with low signal-to-noise ratio.
SVM (Xia et al. 2007, Khan et al. 2023)	Linear SVM	Linear discrimination; robust in high dimensions, handles imbalance via class weighting. Limited for nonlinear relationships.
	Quadratic SVM	Second-degree polynomial kernel; captures moderately nonlinear relationships effectively. Careful tuning of C and degree parameters required.
	Cubic SVM	Third-degree polynomial kernel; provides more flexible decision boundaries. Overfitting risk increases; requires regularization.
	Fine Gaussian SVM	High flexibility using Gaussian kernel; captures local patterns but may overfit noisy data.
	Medium G aussian SVM	Balanced generalization; requires cross-validation for tuning σ and C parameters.
	Coarse Gaussian SVM	Large σ parameter produces smooth boundaries, may miss small effects; promotes generalization.
Tree (Shen et al. 2024, Doğan et al. 2025)	Fine Tree	Uses deep splits; quickly captures local thresholds but has high fragmentation error and overfitting risk.
	Medium Tree	Balanced depth/complexity; offers good interpretability. Useful for feature importance analysis.
	Coarse Tree	Very shallow tree; fast and interpretable, may miss subtle signals; recommended to be combined with ensemble methods.

Each model in the table attempts to identify different dimensions of the relationship between meteorological variables and sex. The rationale for employing such a large number of models is to ensure the detection of any existing relationship within these data. Each method and its respective sub-models present the possibility of capturing different characteristics. Each model was divided into 80% training and 20% test data. Furthermore, the dataset was subjected to 5-fold cross-validation to enhance reliability.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Major and minor oxides of perlite samples

In the study, 34 different machine learning and artificial intelligence models were implemented. The best and worst results obtained for each day are presented in Table 3. The table contains information on the models with the best and worst performance derived from the dataset comprising weather conditions 295-335 days prior to birth and sex.

Table 3. Best and worst performances obtained from models on a daily basis

Days	Best Models	%	Worst Models	%
295	SVM-Fine Gaussian SVM	**51.73**	Coarse KNN	**48.99**
296	Fine Tree	**52.36**	Cubic SVM	**48.04**
297	Medium Neural Network	**52**	Quadratic Discriminant	**48.94**
298	Coarse Tree	**51.24**	Cosine KNN	**47.42**
299	Wide Neural Network	**51.19**	Fine Tree	**48.54**
300	Quadratic SVM	**52.63**	Naive Bayes	**49.39**
301	Bagged Trees	**52.94**	Quadratic Discriminant	**49.62**
302	Bilayered Neural Network	**52.58**	Cosine KNN	**48.67**
303	Fine Gaussian SVM	**52.49**	Naive Bayes	**48.54**
304	Wide Neural Network	**52.13**	kernel Naive Bayes	**48.45**
305	Gaussian Naive Bayes	**51.42**	Kernel Logistic Regression	**49.21**
306	Medium Tree	**52.31**	Kernel Logistic Regression	**49.21**
307	Wide Neural Network	**52.49**	Ensemble RUSBoosted Trees	**49.56**
308	Fine Gaussian SVM	**52.18**	Medium Tree	**48.76**
309	coarse Gaussian SVM	**50.70**	kernel Naive Bayes	**48.27**
310	Medium Neural Network	**51.33**	Linear Discriminant	**49.09**
311	Fine Gaussian SVM	**51.87**	Cubic SVM	**48.94**
312	Trilayered Neural Network	**52.54**	Gaussian Naive Bayes	**48.04**
313	Medium Neural Network	**53.62**	Gaussian Naive Bayes	**47.37**
314	Narrow Neural Network	**53.71**	Cosine KNN	**49.53**
315	Cubic KNN	**51.64**	Cubic SVM	**49.17**
316	Coarse KNN	**52.18**	Binary GLM Logistic Regression	**48.67**
317	Trilayered Neural Network	**53.12**	Gaussian Naive Bayes	**48.49**
318	Enseble Subspace KNN	**52.40**	kernel Naive Bayes	**48.45**
319	Medium Tree	**51.87**	Cubic SVM	**47.87**
320	Medium Gaussion SVM	**52.40**	Efficient Logistic Regression	**49.39**
321	Medium KNN	**53.48**	Quadratic Discriminant	**48.63**
322	Medium Neural Network	**51.87**	Trilayered Neural Network	**48.58**
323	Weighted KNN	**51.42**	Medium Neural Netwok	**48.67**
324	Medium Neural Network	**51.60**	Wide Neural Network	**49.03**
325	Fine Gaussian SVM	**51.28**	Ensemble RUSBoosted Trees	**48.22**
326	Bilayered Neural Network	**51.87**	Trilayered Neural Network	**49.12**
327	Wide Neural Network	**51.46**	Kernel Logistic Regression	**48.00**

328	Kernel SVM	**52.13**	Medium Tree	**48.94**
329	kernel logistic regression	**51.73**	Enseble Subspace KNN	**48.45**
330	Trilayered Neural Network	**52.27**	Cosine KNN	**48.94**
331	Fine KNN	**51.96**	Cosine KNN	**48.22**
332	Fine Tree	**52.81**	Gaussian Naive Bayes	**48.85**
333	Ensemble RUSBoosted Trees	**52.45**	Fine Tree	**48.72**
334	Corse KNN	**51.96**	Cubic KNN	**48.45**
335	Fine Gaussian SVM	**51.73**	Coarse KNN	**48.99**

Upon examination of the obtained results, it is observed that the best results occurred between days 312 and 321. The performance rate achieved during these days is above 52%. The best results specifically emerged on days 313 and 314. This period corresponds to the pregnancy duration of buffaloes reported in much of the literature (Perera, 2017; Siddiquee et al., 2010). On these days, accuracy rates of 53.62% and 53.71% were achieved. The worst results obtained from the models were found to be in the range of 47.37% to 49.62%. The overall range between the best and worst performances is observed to be 47.37% to 53.71%. Furthermore, the models that achieved the best results were the neural network models, namely the Narrow Neural Network and Medium Neural Network. The performance graphs for all 41 datasets corresponding to each of the 41 days are presented in Figure 2.

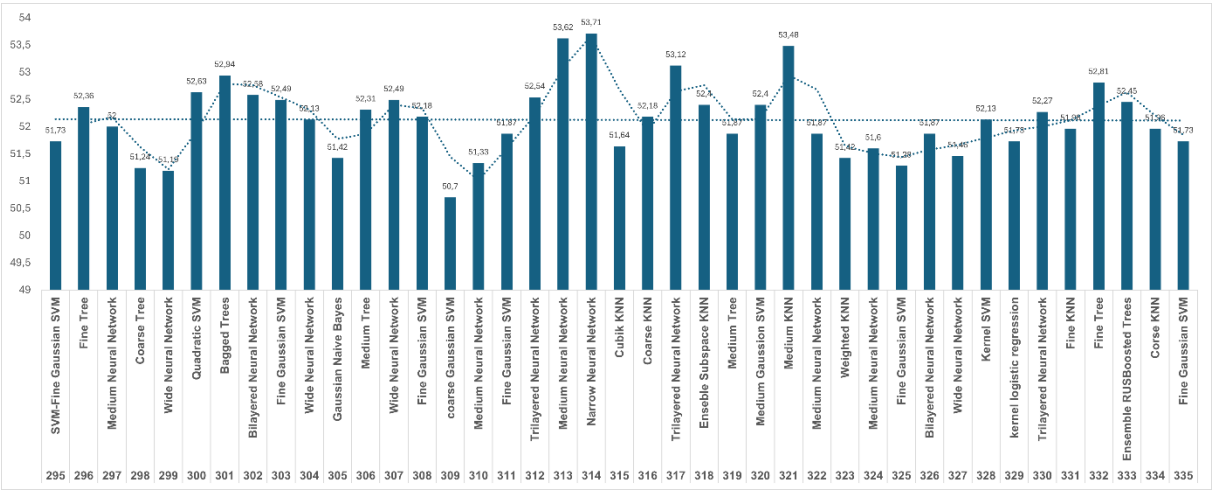


Fig. 1. Best sex prediction results based on environmental conditions 295-335 days ago

The lowest performance results obtained along with the best results are given in figure 3. The lowest performance models are obtained from the Gaussian Naive Bayes and Cosine KNN models.

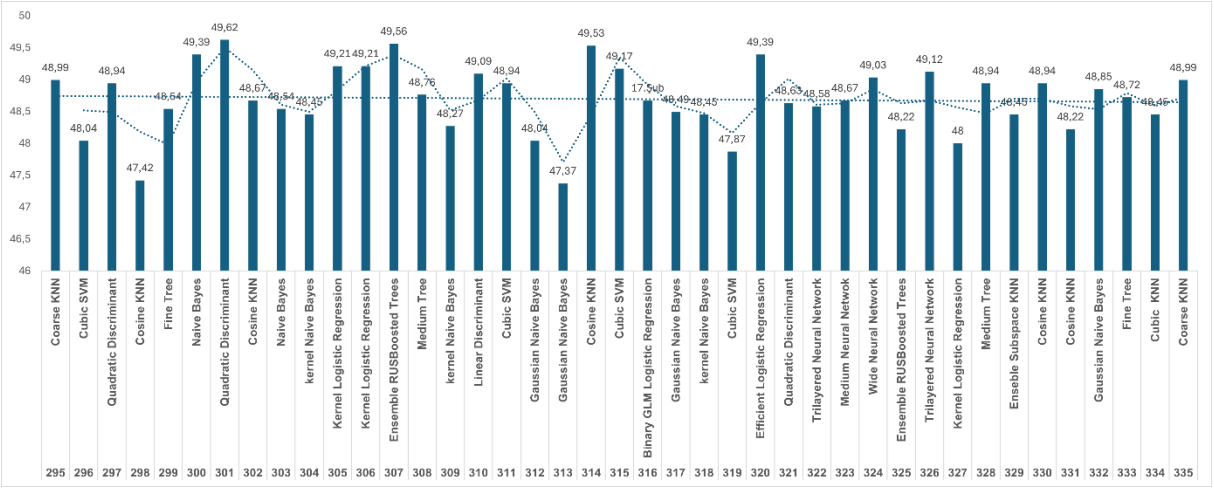


Fig. 2. Lowest sex estimation results based on environmental conditions 295-335 days ago

Figures 1 and 2 show the best and worst results obtained. These were generated from the 41 datasets derived from the meteorological data collected prior to birth. The best results from each dataset are detailed in Figure 2, while the worst results from each dataset are detailed in Figure 3. Furthermore, the performance rates for the 41 days provide the opportunity for inter-day comparison. The confusion matrix showing the performances of the best and worst models obtained from the study is presented in Figure 4.

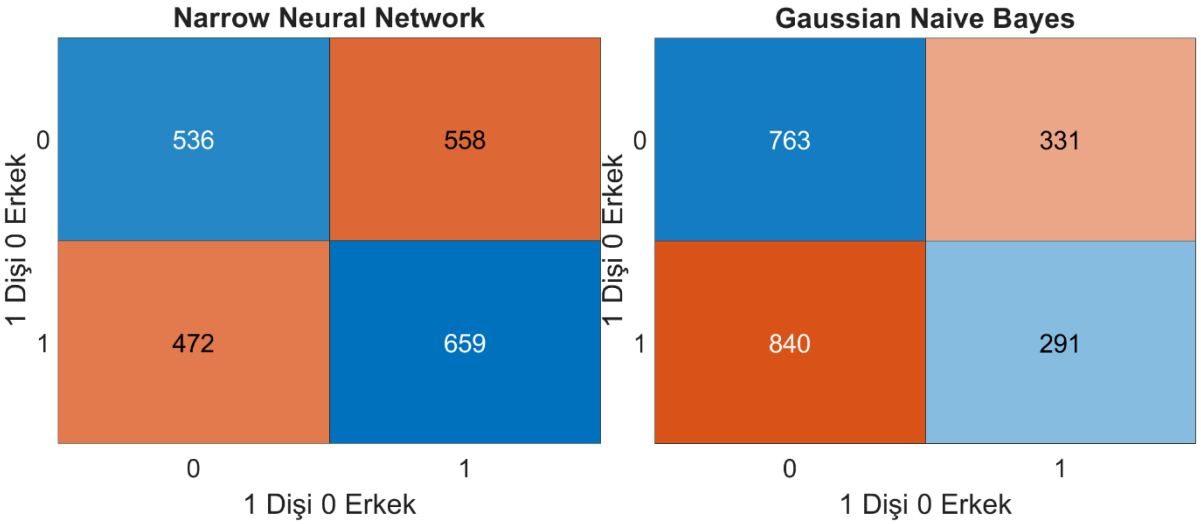


Fig. 3. Complexity matrix of best and worst outcomes

The confusion matrix contains information on the correct and incorrect prediction processes for 2225 test data points, which constitute 20% of the dataset. While the Narrow Neural Network was the model that produced the best results, Gaussian Naive Bayes was the model that produced the worst result.

DISCUSSION

This study focused on predicting the sex of Anatolian Water Buffalo calves by analyzing the influence of meteorological conditions at the time of conception using machine learning and artificial intelligence models. Forty-one datasets were created using daily meteorological data from 295 to 335 days prior to calving, combined with sex data. Using these datasets and 34 different machine learning and AI models, predictions were made on a dataset containing sex information and climatic factors from 11,127 calves. The resulting prediction accuracy range was between 47.37% and 53.71%. These findings align with the work of Mahmud et al. (2020), who used seasonal factors to predict the sex of 1,672 buffalo calves with 34 different machine learning models, achieving an approximate prediction power of 50%.

Analysis of the results shows the highest accuracy was achieved on day 313 with the Medium Neural Network at 53.62%, and on day 314 with the Narrow Neural Network at 53.71%. Examination of the results from all 41 datasets reveals a low sex prediction ratio. From another perspective, it was concluded that meteorological factors lack sufficient discriminatory power to reliably predict the sex of the Anatolian Water Buffalo breed using machine learning and AI models. This finding is supported by literature indicating a weak or non-existent relationship between climate variables and sex (Roche et al., 2006; Rao et al., 2023). Perea et al. (2024) investigated the relationship between lunar cycles and calf sex ratio and reported no correlation, which is consistent with the 47.37%–53.71% range observed in the present study. Similarly, Dickie et al. (1994), in their study investigating the effect of meteorological factors on the sex of calves born from 645 cows over 10 years, stated that this relationship was insufficient for sex prediction, aligning with our results.

A limitation of the study is the use of climate variables obtained only from buffaloes in a specific location. This could be overcome by utilizing a massive dataset that incorporates data from breeding projects across different geographical regions in Türkiye. Additionally, the fact that the climate data in the study was taken on a single-day basis can be noted as another limitation.

This study clearly demonstrates that focusing on climatic conditions for sex prediction is unreliable. It indicates that, from the perspective of farm management and breeding strategy, environmental conditions have a weak or unrealistic influence on determining sex ratios. The extent to which these factors affect Anatolian Water Buffalo calf sex determination and the potential for AI-based prediction could be further elucidated by studies involving larger animal numbers.

Studies in the literature have shown that genetic or sperm-based approaches are more successful for this purpose. Despite this conclusion, our findings also suggest that the analysis could be repeated using national-scale buffalo breeding project data, incorporating varying birth sex ratios and different meteorological variables. This study, conducted on a smaller scale compared to a national project, serves as a reference point.

REFERENCES

Ağyar, O., Arslan, K., Yılmaz, O., Eyduran, E., Akın, M., Keskin, İ., Tariq, M. M. (2022). Use of multivariate adaptive regression splines algorithm to predict body weight from body measurements of Anatolian Water Buffaloes in Türkiye. Animals 12(21), 2923.
Abdelrahman, M., Elbably, M. A., Hegazy, M. A., Khalil, M. H., El-Bayoumi, K. M. (2025). Production performance predicting model for the Egyptian dairy buffalo using deep learning. International Journal of Dairy Technology 78(3), e70046.
Ali, M., Rushdi, M., Ho, J. (2014). Deconstructing kernel machines. In Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. Springer.
Alfaro, E., Gamez, M., Garcia, N. (2013). Adabag: An R package for classification with boosting and bagging. Journal of Statistical Software 54, 1–35.
Azizi, Z., Hashemi, A., Khanahmadi, A., Karimi, K., Rezaei, R. (2020). Study of population structure and genetic prediction of buffalo from different provinces of Iran using machine learning method. Journal of Buffalo Science 9, 48–59.
Bi, F., Zhu, J., Feng, Y. (2025). Multi-label Random Subspace Ensemble Classification. Journal of Computational and Graphical Statistics 34(3), 971–983.
Chaikhun, T., Suwannagate, P., Suwimonteerabutr, J., Techakumphu, M., Virakul, P., Pinyopummin, A. (2012). Reproductive and dairy performances of Thai swamp buffaloes under intensive farm management. The Thai Journal of Veterinary Medicine 42(1), 81–85.
Chiariotti, A., Tripaldi, C., Iannaccone, M., Salzano, A., D'Andrea, M., Iovane, G., Neglia, G. (2025). Water Buffalo's Adaptability to Different Environments and Farming Systems: A Review. Animals 15(11), 1538.
Contò, M., Faugno, S., Condelli, N., Caracciolo, F., Cozzolino, A., Braghieri, A. (2021). Effect of pasture and intensive feeding systems on the carcass and meat quality of buffalo. Animal Bioscience 35(1), 105.
Dash, S., Chakravarty, A. K., Sah, V., Jamuna, V., Behera, R., Kashyap, N., Deshmukh, B. (2015a). Assessment of expected breeding values for fertility traits of Murrah buffaloes under subtropical climate. Veterinary World 8(3), 320.
Dash, S., Chakravarty, A. K., Sah, V., Jamuna, V., Behera, R., Kashyap, N., Deshmukh, B. (2015b). Influence of Temperature and Humidity on Pregnancy Rate of Murrah Buffaloes under Subtropical Climate. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 28(7), 943–950.
D'Occhio, M. J., Ghuman, S. S., Neglia, G., della Valle, G., Baruselli, P. S., Zicarelli, L., Visintin, J. A., Sarkar, M., Campanile, G. (2020). Exogenous and endogenous factors in seasonality of reproduction in buffalo: A review. Theriogenology 150, 186–192.
Doğan, F., Akbal, E., Ünal, Y., Demir, M. H. (2025). Impact of Environmental Conditions on Renewable Energy Prediction: An Investigation Through Tree-Based Community Learning. Applied Sciences 15(1), 336.
Efron, B. (1975). The efficiency of logistic regression compared to normal discriminant analysis. Journal of the American Statistical Association 70(352), 892–898.
Fulazzaky, T., Saefuddin, A., Soleh, A. M. (2024). Evaluating Ensemble Learning Techniques for Class Imbalance in Machine Learning: A Comparative Analysis of Balanced Random Forest, SMOTE-RF, SMOTEBoost, and RUSBoost. Scientific Journal of Informatics 11(4), 969–980.
Ghojogh, B., Crowley, M. (2019). Linear and quadratic discriminant analysis: Tutorial. arXiv preprint arXiv:1906.02590.

Gupta, S. (2024). AI Applications in Animal Behavior Analysis and Welfare. In Agriculture 4.0. CRC Press, pp. 224–244.
Hamadani, H., Hamadani, A., Shabir, S. (2024). Artificial intelligence in animal farms for management and breeding. In A Biologist's Guide to Artificial Intelligence. Elsevier, pp. 167–182.
Hosein, P., Baboolal, K. (2024). Bayes classification using an approximation to the joint probability distribution of the attributes. In International Conference on Deep Learning Theory and Applications. Springer.
Joachims, T. (2006). Training linear SVMs in linear time. In Proceedings of the 12th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.
Kaplan, Y., Soysal, M. I., Tekerli, M. (2024). Estimation of genetic parameters for weights at different ages in Anatolian Water Buffalo calves. Indian Journal of Animal Research 58(5), 723–725.
Karsmakers, P., Pelckmans, K., Suykens, J. A. (2007). Fixed-size kernel logistic regression for phoneme classification. In INTERSPEECH.
Khan, A., Ijaz, A., Chand, N., Khan, I. U., Ahmad, N., Yazid, F. (2016). Incidence of repeat breeding in varying breeds of buffaloes and cattle in different climatic conditions in Khyber Pakhtunkhwa (Pakistan). Buffalo Bulletin 35(3), 445–454.
Khan, S. N., Ullah, H., Alam, S., Saleem, M., Khan, M., Hassan, F. U., Ullah, F. (2023). Generalization of linear and non-linear support vector machine in multiple fields: a review. Computer Science and Information Technologies 4(3), 226–239.
Mahmoud, K. G. M., Sakr, A., El-Sisy, G. A., Hegazy, M., Nawito, M., Ezzo, O. H. (2020). Bull related factors affecting its calf sex ratio in naturally bred Egyptian native Buffalo. International Journal of Veterinary Science 9(1), 149–152.
Tekerli, M., Eser, O., Demirtaş, M., … Çinkaya, S. (2025). Data Management with Manda Yıldızı and Çolpan Software for Animal Improvement. Kocatepe Veterinary Journal, 18(3), 290-296.
Mijwil, M. M., Doshi, R., Hiran, K. K., Unogwu, O. J. (2023). Innovative livestock: a survey of artificial intelligence techniques in livestock farming management. Mesopotamian Journal of Big Data 2023, 22–32.
Minervino, A. H. H., Zava, M., Vecchio, D., Borghese, A. (2020). Bubalus bubalis: A short story. Frontiers in Veterinary Science 7, 570413.
Nelder, J. A., Wedderburn, R. W. (1972). Generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society 135(3), 370–384.
Oltjen, J., Beckett, J. (1996). Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. Journal of Animal Science 74(6), 1406–1409.
Öztürk, A., Allahverdı, N., Saday, F. (2022). Application of artificial intelligence methods for bovine gender prediction. Turkish Journal of Engineering 6(1), 54–62.
Peng, H., Long, F., Ding, C. (2022). Survey on kNN. In CAIBDA 2022; 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Big Data and Algorithms. VDE.
Perea, F. P., Pulla, A. M., Quito, K. P., Sánchez, D. R., Soria, M. E., Peñaherrera, C., Montero, M. E., Vinueza, R. L., Garrido, N. A., Celi, A. C., Celi, M. P., Barba, C. (2024). Moon cycle influences calving frequency, gestation length and calf weight at birth, but not offspring sex proportion in tropical crossbred cattle. Chronobiology International 41(11–12), 1519–1526.
Perera, B. M. A. O. (1999). Reproduction in water buffalo: comparative aspects and implications for management. Australian Centre for International Agricultural Research.
Perera, B. M. A. O. (2008). Reproduction in domestic buffalo. Reproduction in Domestic Animals 43, 200–206.
Perera, B. M. A. O. (2017). Reproduction in domestic buffalo. Reproduction in Domestic Animals 52, 214–220.
Peterson, M. R., Doom, T. E., Raymer, M. L. (2005). GA-facilitated classifier optimization with varying similarity measures. In Proceedings of the 7th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation.
Pineda, P. S., Burren, A., Karimi, K., Mdladla, K., Kunene, N. W., Raadsma, H. W. (2024). Disentangling river and swamp buffalo genetic diversity: initial insights from the 1000 Buffalo Genomes Project. GigaScience 13, giae053.
Popescu, M.-C., Balas, V. E., Perescu-Popescu, L., Mastorakis, N. (2009). Multilayer perceptron and neural networks. WSEAS Transactions on Circuits and Systems 8(7), 579–588.

Rao, K. A., Teja, A., Kumar, M. R., Pravallika, G., Gowtham, C. (2023). Trends in seasonality of birth, weights at birth and sex ratio of Murrah buffalo calves. The Pharma Innovation Journal 12(3), 5648–5652.
Roche, J. R., Lee, J. M., Berry, D. P. (2006). Climatic factors and secondary sex ratio in dairy cows. Journal of Dairy Science 89(8), 3221–3227.
Sazlı, M. H. (2006). A brief review of feed-forward neural networks. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering 50(01).
Sharma, S., Kumar, A., Singh, P., Verma, R. (2026). Machine Learning Applications in Livestock Management. In AI Innovations for Transforming Food Production. IGI Global Scientific Publishing, pp. 221–238.
Shen, Y., Wang, J., Li, D., Zhang, X., Yao, W., Li, J. (2024). Coarse-to-Fine Separation of Wood and Leaf from MLS Street Tree Point Clouds Using Branch Tilt Prior and Enhanced Shortest Path Tracing. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.
Siddiquee, N., Faruque, M. O., Islam, F., Ahmed, J. U., Bhuiyan, M. M. U., Hossain, M. E. (2010). Morphometric measurements, productive and reproductive performance of buffalo in Trishal and Companiganj sub-districts of Bangladesh. International Journal of Biological Research 1(6), 15–21.
Singh, P., Hasija, T., Ramkumar, K. (2024). Malware classification to strengthening digital resilience: Comparing SVM kernel and logistic regression. In 2024 3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC). IEEE.
Tuysuzoglu, G., Birant, D., Pala, A. (2018). Ensemble methods in environmental data mining. Sch. Environmental Science, 1–16.
Xia, Q., Oommen, B. J., Granmo, O. C. (2007). Multistage Linear SVM Classification. ECE Technical Reports, 353.
Zhao, C., Zhang, H., Zhang, X., Liu, M., Hu, W., Fan, B. (2022). BoostTree and BoostForest for ensemble learning. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 45(7), 8110–8126.
Zuo, W., Zhang, D., Wang, K. (2007). Kernel difference-weighted k-nearest neighbors classification. In International Conference on Intelligent Computing. Springer.

BİR KEÇİDE MİKS PARAZİTER ENFEKSİYON OLGUSU

Arş. Gör. Ayşe EVCİ
Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, 42150 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000 0003-4526-4467
Dr. Veteriner Hekim Ayşegül BULUT
Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, 42150 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0002-0085-3586
Veteriner Hekim Malak Najmalden Ghaibullah GHAİBULLAH
Selçuk University Health Sciences Institute, 42100 Selçuklu Konya
ORCID: 0009-0003-7377-4517
Prof. Dr. Özlem DERİNBAY EKİCİ
Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, 42150 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0002-0509-091X
Doç. Dr. Mehmet Burak ATEŞ
Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, 42150, Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0003-1297-426X

ÖZET

Bu çalışmanın materyalini 5 yaşındaki bir keçide saptanan miks paraziter enfeksiyon olgusu oluşturmaktadır. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı'na kronik ishal ve zayıflama şikâyetleriyle getirilen ve nekropsisi yapılan keçinin özofagus ve kalp kaslarında çok sayıda şüpheli kistik yapıya rastlandı. Akciğerde verminöz pnömoni ile uyumlu bulgulara rastlandı. Safra kesesinin duvarında kalınlaşma ve safra sıvısında artış gözlendi. Bağırsak mukozasının yer yer kalınlaştığı tespit edildi. Bunun üzerine, şüpheli örnekler kesin tanı amacıyla Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı'na gönderildi. Yapılan incelemelerde özofagustan alınan şüpheli kistin ezilerek içeriğinin mikroskobik olarak değerlendirilmesi sonucunda etkenin *Sarcocystis spp.* olduğu belirlendi. Akciğer dokusunun küçük parçalara ayrılarak suda bekletilmesiyle *Cystocaulus* larvalarına rastlandı. Safra sıvısının mikroskobik incelemesinde *Dicrocoelium dendtriticum* yumurtaları görüldü. Bağırsak lümeninden alınan dışkı örneklerinin muayenesinde ise *Eimeria* spp. ookistleri ile *Trichostrongylidae* familyasına ait yumurtalar tespit edildi. Histopatolojik inceleme için lezyonlu bölgelerden alınan doku örnekleri %10'luk formaldehit solüsyonunda fiksasyona tabi tutuldu. Ardından rutin doku takip işlemleri uygulanarak parafin bloklara gömüldü ve 5 µm kalınlığında kesitler alındı. Histopatolojik inceleme için hazırlanan doku kesitleri hematoksilen-eozin ile boyandı ve ışık mikroskobunda değerlendirildi. Mikroskobik incelemede, kalbin miyokard tabakasında ve özofagus kas dokusunda çok sayıda *Sarcocystis* spp. kistine rastlandı. Akciğerde, alveol lümenlerinde *Cystocaulus* spp. larvaları ve yumurtaları gözlenirken interalveoler septumlarda kalınlaşmalar tespit edildi. Bağırsak dokusunda ise epitel hücrelerinin sitoplazmasında *Eimeria* spp.nin gelişim dönemlerine rastlandı. Yapılan

parazitolojik ve histopatolojik muayeneler sonucunda hayvana miks paraziter enfeksiyon tanısı konuldu.

Bu vaka sunumunun amacı, sürü olarak yetiştirilen hayvanlarda miks paraziter enfeksiyonların oluşturduğu kayıpların önemini vurgulamak ve özellikle meraya çıkan hayvanlarda karşılaşılan paraziter etkenlerin etiyolojisi ve korunma stratejileri ile ilgili bilgi vermektedir.

Anahtar kelimeler: Coccidiosis, *Sarcocystis*, *Dicrocoelium dendtritum*, *Cystocaulus*, Histopatoloji.

A CASE OF MIXED PARASITIC INFECTION IN A GOAT

ABSTRACT

This study's material consists of a case of mixed parasitic infection detected in a 5-year-old goat. The goat, brought to the Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Selçuk University, with complaints of chronic diarrhea and weight loss, underwent necropsy, which revealed numerous suspicious cystic structures in the esophagus and heart muscle. Findings consistent with verminous pneumonia were observed in the lungs. Thickening of the gallbladder wall and increased bile fluid were observed. Thickening of the intestinal mucosa was detected in places. Therefore, suspicious samples were sent to the Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Selçuk University, for definitive diagnosis. Microscopic examination of the contents of a suspicious cyst taken from the esophagus revealed the causative agent to be *Sarcocystis* spp. *Cystocaulus* larvae were found upon immersion of small pieces of lung tissue in water. Microscopic examination of the bile fluid revealed *Dicrocoelium dendtriticum* eggs. Examination of stool samples taken from the intestinal lumen revealed *Eimeria* spp. oocysts and eggs belonging to the *Trichostrongylidae* family. For histopathological examination, tissue samples taken from the lesioned areas were fixed in a 10% formaldehyde solution. Then, routine tissue processing procedures were applied, the samples were embedded in paraffin blocks, and 5 µm thick sections were taken. The tissue sections prepared for histopathological examination were stained with hematoxylin-eosin and evaluated under a light microscope. Microscopic examination revealed numerous *Sarcocystis* spp. cysts in the myocardial layer of the heart and the esophageal muscle tissue. In the lung, *Cystocaulus* spp. larvae and eggs were observed in the alveolar lumens, while thickenings were detected in the interalveolar septa. In the intestinal tissue, developmental stages of *Eimeria* spp. were found in the cytoplasm of epithelial cells. Parasitological and histopathological examinations revealed a diagnosis of mixed parasitic infection in the animal.

The aim of this case presentation is to highlight the importance of losses caused by mixed parasitic infections in herded animals and to provide information on the etiology of parasitic agents encountered in grazing animals, and on prevention strategies.

Keywords: Coccidiosis, *Sarcocystis*, *Dicrocoelium dendtritum*, *Cystocaulus*, Histopathology.

GİRİŞ

Merada otlayan hayvanlar, fekal kontaminasyona maruz kalmaları nedeniyle ağılda beslenen hayvanlara kıyasla bağırsak parazit enfeksiyonlarına karşı daha duyarlıdır. Yapılan bir çalışmada, merada otlayan hayvanların %59'unda anemi saptandığı ve bu vakaların %79'unun bağırsak parazitlerinden kaynaklandığı ortaya konmuştur (Anandajayaseram ve ark 1996).

Coccidiosis (Eimeriosis), farklı hayvan türlerinin ince ve kalın bağırsaklarında gelişen, özellikle genç bireyleri etkileyen *Eimeria* türü koksidiyan protozoonların neden olduğu enfeksiyöz bir hastalıktır. Küçük geviş getiren hayvanlar, yaş ve ırk fark etmeksizin *Eimeria* enfeksiyonuna karşı duyarlıdır. Coccidiosis, klinik düzeyde ishal vakalarına yol açarken, subklinik enfeksiyonlar özellikle zayıf kilo alımı gibi önemli ekonomik kayıplara neden olması açısından halk sağlığı ve hayvan yetiştiriciliğinde ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Rehman ve ark 2011). Etkenler çoğunlukla ileum, sekum ve kolonda yerleşim gösterir. Şiddetli Coccidiosis vakalarında bağırsak mukozasında toplu iğne başı büyüklüğünde içleri parazit ile dolu kabartılar gözlenir. Bağırsak duvarı kalın ve kıvrımlı şekilde gözlenirken lümende hemorajik ve fibrinli bir eksudat bulunur. Histopatolojik incelemede enterositlerin sitoplazmalarında parazitin çeşitli gelişim aşamaları gözlenir. Lamina propria katmanında ise lenfosit ve eozinofil granülosit infiltrasyonlarına rastlanır (Çiftçi ve ark 2017, Evci ve ark 2023).

Dicroceliosis (*Dicrocoelium dendriticum*), özellikle geviş getirenlerin karaciğerini etkileyen bir paraziter hastalıktır. Enfeksiyon, kesin konağın enfekte karıncaları tüketmesiyle gerçekleşir. Metaserkerler ince bağırsakta kistten çıkıp safra kanallarına ve safra kesesine göç eder. *D. dendriticum*, uzun ömürlü bir parazit olup, tedavi edilmediği takdirde zamanla şiddetlenen kronik tahrişe ve ilerleyici patolojik değişikliklere yol açar. Uzun süreli enfeksiyon, karaciğer sirozunun gelişmesine neden olurken, koyunlarda üreme kapasitesini azaltır ve yün verimi ile laktasyon seviyelerini düşürerek ekonomik kayıplara sebebiyet verir (Ferre et al 1994).

Küçük ruminantlarda görülen akciğer kılkurdu enfeksiyonları, patolojik olarak bronşitis ve bronkopnömoniye yol açarken, klinik olarak solunum güçlüğü ile seyreden uzun süreli ve kronik hastalıklar şeklinde ortaya çıkmaktadır. (Mekuria ve Tefera 2016). Strongylida takımına ait bu parazitler, Trichostrongylidea ve Metastrongylidea üst ailelerinde sınıflandırılmaktadır. Trichostrongylid akciğer kıl kurtları, doğrudan konakta gelişen monoksen yaşam döngüsüne

sahiptir ve genellikle trakea ile bronşial dallarda yerleşim gösterir. Ilıman iklim koşullarında daha sık rastlanan bu parazitlerin kozmopolit bir dağılım gösterdiği bildirilmiştir. Buna karşılık, Metastrongylid akciğer kıl kurtları ise heteroksen yaşam döngüsüne sahip olup, akciğer parankimi, bronşiyoller ve alveoller içerisinde yerleşim gösterir. Bu grubun larval gelişiminde çeşitli gastropodlar (sümüklü böcekler) arakonak görevi görmektedir (Eckert ve ark 2008).

Sarcocystis türü parazitler, ekolojik olarak av-yırtıcı ilişkisinin belirlediği zorunlu iki konakçıyla karakterize bir yaşam döngüsüne sahip protozoonlardır. Otçul memelilerden koyun ve keçi ara konakçı olarak rol alırken, *Felidae* ve *Canidae* gibi etobur türler kesin konakçıdır. Ara konakçılar, kontamine yiyecek veya su tüketimi yoluyla *Sarcocystis* ookistleri veya sporokistleri ile enfekte olabilirler. Parazitin türüne bağlı olarak, mikroskobik veya makroskobik doku kistleri (sarkosistler) gelişir ve özellikle düz kas dokularına yerleşir. Bu olgun sarkosistleri içeren dokular, kesin konak tarafından tüketildiğinde, parazit cinsel üreme sürecine girer. Son konakta üreme sonucunda, ookistler oluşarak dış ortamda yayılma süreci tamamlanır (Özer 1984, Oğuz ve ark 2021).

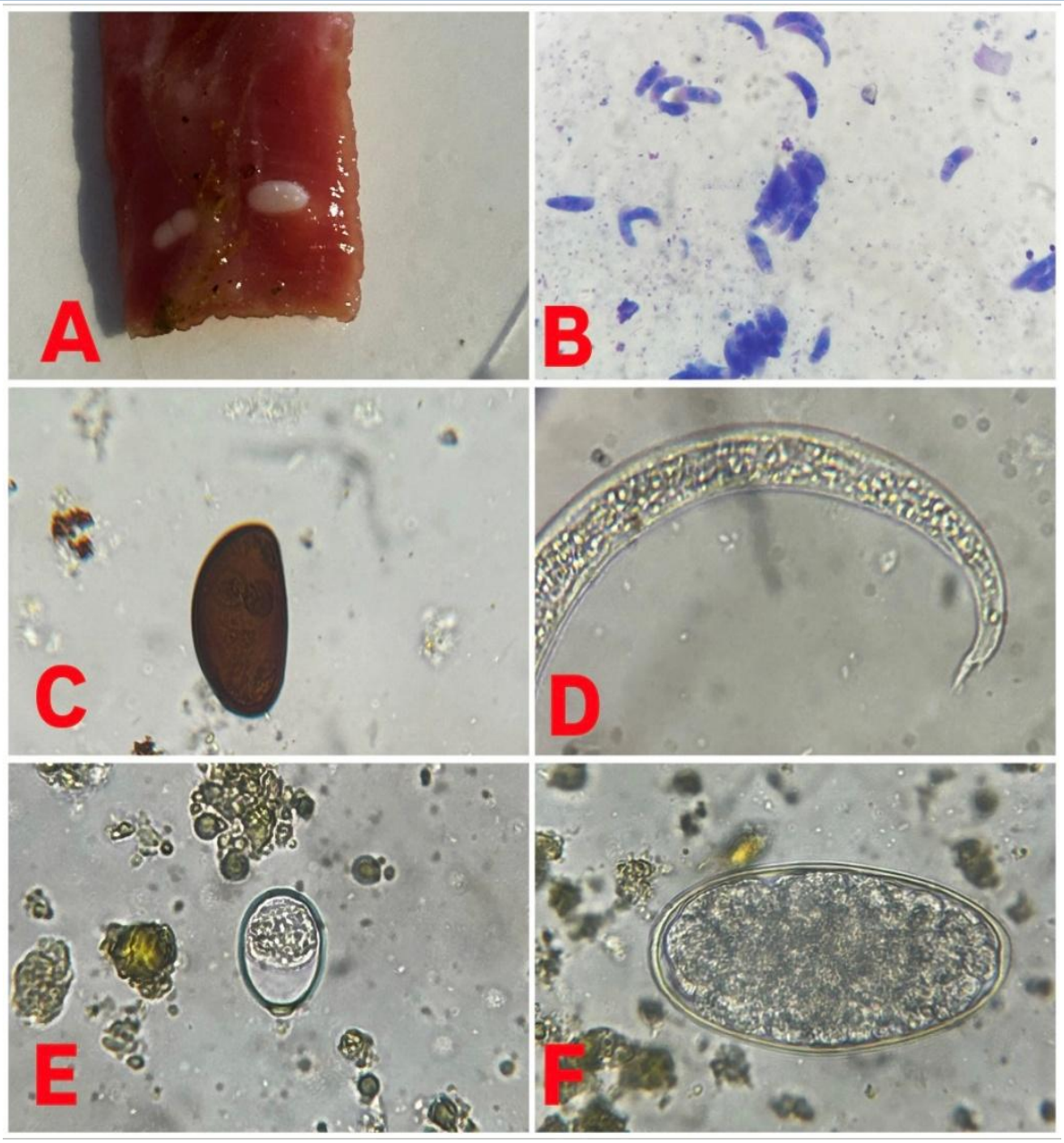
Trichostrongylidae familyasına ait türler, başta ruminantlar olmak üzere birçok omurgalı hayvanda ve nadiren insanlarda parazitlenmektedir. Trichostrongylidosis'in konağa olan etkileri, konağın yaşı, cinsiyeti, beslenme durumu, parazitin türü ve yoğunluğuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu parazitler, konağın iştahında ve yem tüketiminde azalma, villus atrofisi ve erozyonu nedeniyle besinlerin sindirilememesi ve emilim bozuklukları, diyare ile seyreden dehidrasyon, kilo ve protein kaybı, buna bağlı olarak gelişen anemi ve vücudun çeşitli bölgelerinde ödem oluşumu gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Enfeksiyonun kronikleşmesi, hayvanlarda ciddi verim kayıplarına neden olurken, ağır seyreden vakalarda özellikle genç bireylerde ölümle sonuçlanabilmektedir (Umur ve ark 2006).

Cystocaulus spp., özellikle koyun ve keçilerde akciğerlerde lokalize olan nematod türleridir. Makroskobik olarak, akciğerin kaudal loblarında yerleşim gösterir ve gri renkli lezyonlar şeklinde gözlenir. Enfeksiyon, ara konakçı olan sümüklü böcekler () üzerinde gelişimini tamamlayan üçüncü dönem larvalarının (L3), koyun ve keçiler tarafından ağız yoluyla alınmasıyla başlar. Alınan larvalar bağırsak duvarını geçerek lenf damarları aracılığıyla mezenterial lenf düğümlerine ulaşır ve L4 halini alır. L4'ler lenfatik dolaşım vasıtasıyla kalbe gelirler, buradan da A. pulmonalis aracılığıyla akciğerlere taşınır. Akciğerlerde kan damarlarından çıkan larvalar alveol lümenine yerleşir ve çevre dokuda mikroskobik nekroz alanları ile mononükleer hücre infiltrasyonları oluşur. Bronş ve bronşiollerde ise kronik inflamasyon, mononükleer hücre infiltrasyonu ve hiperplazi sıklıkla gözlenir (Çiftçi ve ark 2017, Kabakci ve ark 2007, Panayotova ve Alexandrov 2010, Zafari ve ark 2022).

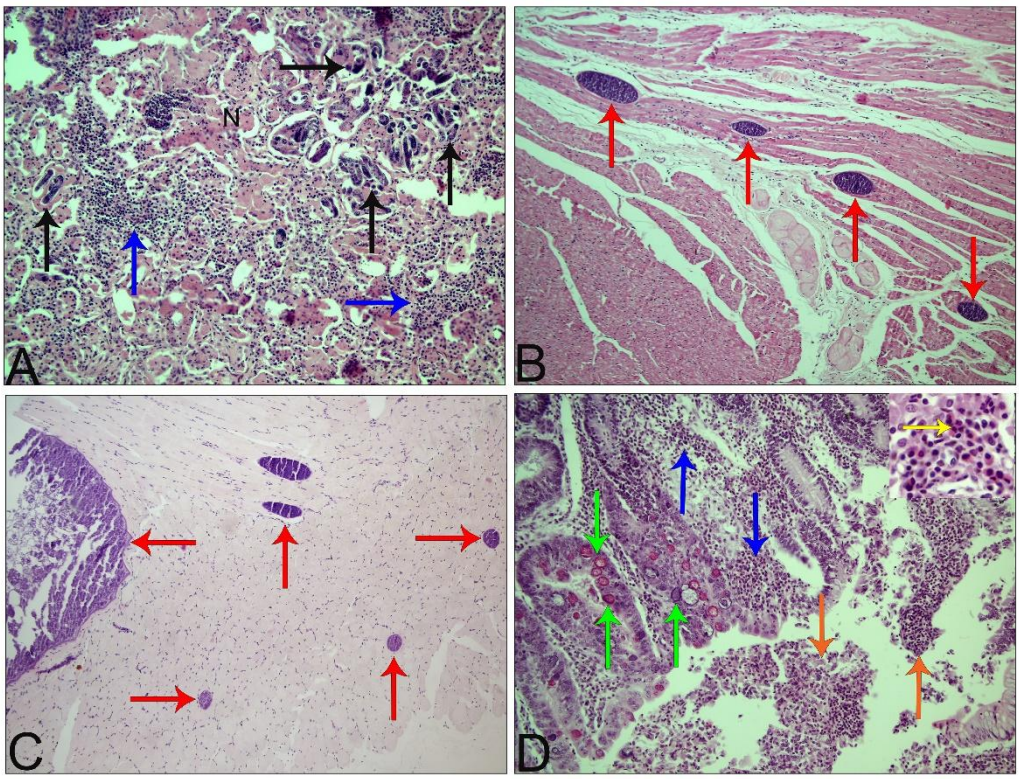
MATERYAL VE METOD

Bu vakanın materyalini, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalına kronik ishal ve zayıflama şikâyetleriyle nekropsisi yapılmak üzere getirilen 5 yaşında bir keçi oluşturmaktadır. Nekropsi sırasında özofagus kas dokusunda şüpheli, beyaz renkli kistik yapılar görüldü (RESİM-1A) Kistler havanda ezildi ve kurutularak tespit edildikten sonra Giemsa boyası ile boyandı. Mikroskopta 100x büyütmede incelendiğinde etkenin sarcocystis bradizoitleri olduğu tespit edildi (RESİM-1B). Safra kanallarında yangısal değişikliklerin görülmesi sebebiyle safra sıvısı mikroskop altında incelendi ve içerisinde *Dicrocoelium dendriticum* yumurtaları görüldü (RESİM-1C). Akciğer dokusunda koyu renkli nodüler lezyonların bulunması sebebiyle akciğer kıl kurdundan şüphelenildi ve akciğer küçük parçalara ayrılarak ılık fizyolojik tuzlu su (FTS) içerisinde bekletildi. Bekleme süresi sonunda alınan sıvının mikroskobik incelemesinde, kuyruk yapılarına göre *Cystocaulus* cinsine ait larvalar teşhis edildi (RESİM 1D). Bağırsak içeriğinden alınan dışkı örneklerine Flotasyon, Sedimentasyon ve Baermen-Wetzel dışkı muayene metodları uygulandı. Flotasyon yöntemi sonucunda *Eimeria* spp. ookistleri ile *Trichostrongylidae* familyasına ait yumurtalar saptandı (RESİM 1E-1F) Sedimentasyon yöntemi ile *Dicrocoelium dendriticum* yumurtalarının, Baermen-Wetzel yöntemi ile ise *Cystocaulus* larvalarının görülmesiyle parazitolojik teşhis doğrulandı.

Histopatolojik inceleme için nekropsi sırasında akciğer, kalp, özofagus ve bağırsak dokularının lezyonlu bölgelerinden alınan parçalar %10'luk formaldehit solüsyonunda 24 saat süreyle fikse edildi. Fiksasyonun ardından dokular, formaldehit kalıntılarının uzaklaştırılması için bir gece boyunca akan çeşme suyunda yıkandı, takiben otomatik doku takip cihazında (Leica TP 1020) rutin doku takip işlemi uygulandıktan sonra dokular parafin bloklara gömüldü. Bir mikrotom yardımıyla dondurulmuş bloklardan 5 µm kalınlığında kesitler alınarak hematoksilen-eozin ile boyandı ve ışık mikroskobu altında incelendi. Mikroskobik incelemede, akciğerde, alveol lümenlerinde parazit larva ve yumurtaları gözlenirken interalveoler septumlarda mononükleer hücre infiltrasyonu nedeniyle kalınlaşmalar tespit edildi (RESİM 2A). Kalbin miyokart katmanında ve özofagus kaslarında miyositlerin sitoplazmaları içerisinde çok sayıda, oval yapıda ve kas lifleri boyunca uzanan *Sarcocystis spp.* kistlerine rastlandı (RESİM 2B-C). Bağırsak dokusunda ise lümende dökülmüş epitel hücreleri, eozinofil granülosit ve mononükleer hücrelerden oluşan deskuame olmuş kitle, lamina propriya katmanında eozinofil granülosit ve mononükleer hücre infiltasyonu ile bağırsak epitel hücrelerinin sitoplazmalarında *Eimeria* spp.nin gelişim dönemlerine rastlandı (RESİM 2D).



Resim 1. A. Keçinin özofagus kasında şüpheli kistler, Orijinal **B.** *Sarcocystis* bradizoiti, 100x, Orijinal **C.** *Dicrocoelium dendriticum* yumurtası, Orijinal **D.** *Cystocaulus larvası,* Orijinal **E.** *Eimeria* sp. ookist, Orijinal **F.** *Trichostrongylidae* yumurtası



Resim 2 A. Akciğerde alveol lümenlerinde parazit yumurta ve larvaları (siyah oklar), interalveoler septumlarda şiddetli mononükleer hücre infiltrasyonu nedeniyle kalınlaşma (interstisyel pnömoni) (mavi oklar) ve akciğer parankiminde nekroz (N harfi), HXE, X20. **B.** Kalpte kardiyomiyositlerin sitoplazmasında bulunan *Sarcocystis* 'ler (kırmızı oklar), HXE, X10. C. Özofagus kasında miyositlerin sitoplazmasında bulunan *Sarcocystis* 'ler (kırmızı oklar), HXE, X10. D. Enterositlerin sitoplazmasında Eimeria'nın gelişim formları (yeşil oklar), lamina propriya katmanında eozinofil granülosit ve mononükleer hücre infiltrasyonu (mavi oklar), lümene deskuame olmuş kitleler (turuncu oklar) ve eozinofil granülositler (inset, sarı ok), HXE, X20.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Paraziter hastalıklar hem küresel ölçekte hem de Türkiye'de insan ve hayvan sağlığı açısından önemini korumaktadır. Halk sağlığı bağlamında, paraziter zoonozlar oldukça yaygın olup, özellikle koyun ve keçi gibi çiftlik hayvanlarında görülen enfeksiyonlar ekonomik kayıplara yol açtıkları için ayrı bir öneme sahiptir. Türkiye'nin coğrafi özellikleri, sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi ve hayvan hareketliliği gibi risk faktörleri, paraziter hastalıkların yayılımı açısından elverişli bir ortam oluşturmaktadır (Burgu ve Karaer 2005).

Bu çalışmada, bir keçide *Sarcocystis*, *Dicrocoelium dendriticum*, *Cystocaulus*, *Eimeria* spp. ve *Trichostrongylidae* enfeksiyonlarının aynı anda görülmesi, küçük ruminantlarda miks paraziter enfeksiyonların tanısal ve ekonomik önemini ortaya koymaktadır. Literatürde, merada otlayan hayvanların fekal kontaminasyona daha fazla maruz kaldığı ve bu nedenle paraziter enfeksiyonlara daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Anandajayaseram ve ark 1996). Bu vaka, söz konusu bulguları destekler niteliktedir. Coccidiosis'in özellikle genç hayvanlarda subklinik seyirle kilo kaybına ve verim düşüklüğüne yol açtığı bilinmektedir (Rehman ve ark 2011). Bu

çalışmada *Eimeria* ookistlerinin varlığı, sürüde benzer ekonomik kayıpların yaşanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, *Dicrocoelium dendriticum* enfeksiyonunun kronik karaciğer hasarına ve üretim parametrelerinde düşüşe yol açtığı daha önce rapor edilmiştir (Ferre ve ark 1994). Bu vakada safra kanallarında yangı ve yumurta varlığının saptanması, uzun süreli enfeksiyonun patolojik etkilerini doğrulamaktadır. Akciğer kıl kurtlarının kronik solunum problemlerine neden olduğu ve özellikle merada yetiştirilen hayvanlarda sık görüldüğü bildirilmiştir (Mekuria ve Tefera 2016). Bu çalışmada akciğer dokusunda alveol lümenlerinde *Cystocaulus* yumurta ve larvalarına rastlanması ve mikroskobik olarak interalveoler septumlarda şiddetli mononükleer hücre infiltrasyonu nedeniyle kalınlaşmaların gözlenmesi solunum sistemi parazitlerinin miks enfeksiyonlarda önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Trichostrongylidae yumurtalarının varlığı, konağın beslenme bozuklukları ve anemi riskini artırarak sürü verimliliğini olumsuz etkileyebilir (Çiftçi ve ark 2017, Umur ve ark 2006). *Sarcocystis* enfeksiyonlarının ara konaklarda kas dokusunda kist oluşumuna yol açtığı ve zoonotik potansiyel taşıdığı bilinmektedir (Özer 1984, Oğuz ve ark 2021). Bu vakada kalp ve özofagus kaslarında miyositlerin sitoplamalarında saptanan kistler, *Sarcocystis*'in küçük ruminantlarda subklinik seyirle varlığını sürdürebildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu vaka sunumu, küçük ruminantlarda miks paraziter enfeksiyonların tanısının çok yönlü ve bütüncül yaklaşımlar gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Farklı organ sistemlerini etkileyen protozoon ve helmint etkenlerinin aynı bireyde bulunması, sürü yönetiminde düzenli parazit taramalarının yapılmasının ve özellikle meraya dayalı yetiştiricilikte etkin kontrol önlemlerinin uygulanmasının kritik önemini vurgulamaktadır. Türkiye'nin coğrafi ve ekolojik koşulları dikkate alındığında, paraziter hastalıkların yayılımını önlemeye yönelik bütüncül kontrol stratejilerinin geliştirilmesi hayvancılığın sürekliliği ve verimliliği açısından gereklidir (Burgu ve Karaer 2005).

KAYNAKÇA

Anandajayaseram, P., Martella, D. R., & Rukuni, M. (1996). *A training manual for biological scientists on impact assessment in agricultural and natural resources research* (Vol. No. 89–119). SACCAR.

Burgu, A., & Karaer, Z. (Eds.). (2005). *Veteriner hekimliğinde parazit hastalıklarında tedavi* (Yay. No. 19). Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları.

Çiftçi, M. K., Ortatatlı, M., Erer, H., Hatipoğlu, F., & Özdemir, Ö. (2017). Veteriner sistemik patoloji 1. Cilt, (pp. 217-218), *Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya*.

Eckert, J., Friedhoff, K. T., Zahner, H., & Deplazes, P. (2008). *Lehrbuch der Parasitologie* (2. Auflage). Enke Verlag.

Evci, A., Bulut, A., Ateş, M. B., Işık-Uslu, N. (2023). Bir Koyunda Coenurus Cerebralis, Oestrus Ovis, Cysticercus Tenuicollis Ve Coccidiosis Olgusu. ISPEC 12th International Conference On Agriculture, Anımalscience & Rural Development 6-8 Haziran, Ordu/ Türkiye, (pp. 618-631).

Ferre, I., Ortega-Mora, L. M., & Rojo-Vázquez, F. A. (1994). Prevalence of *Dicrocoelium dendriticum* infection in León province (NW Spain). *Preventive Veterinary Medicine, 21*(2), 147–154. https://doi.org/10.1016/0167-5877(94)90086-8

Kabakci, N., Yıldız, K., Duru, S., & Yarım, M. (2007). Cystocaulus ocreatus Infection in Anatolian Wild Sheep and Dwarf Goats. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 31, 287-291.

Mekuria, S., & Tefera, Y. (2016). Lungworm infection in ovine: Prevalence and associated risk factors in Debre Birhan Town, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science & Technology, 7*(2), 1–5. https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000292

Oğuz, B., Değer, M. S., & Koşal, S. (2021). Molecular identification using 18S ribosomal RNA of *Sarcocystis* spp. in bovine minced meat in Van Province, Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 68*(2), 97–105. https://doi.org/10.33988/auvfd.780364

Özer, E. (1984). *Sarcocystis capracanis* (Fiescher, 1979)'in biyolojisi ve patojenitesi üzerinde deneysel araştırma. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 31*(3), 431–451.

Panayotova-Pencheva, M. S., & Alexandrov, M. T. (2010). Some pathological features of lungs from domestic and wild ruminants with single and mixed protostrongylid infections. *Veterinary Medicine International*, *2010*(1), 741062. https://doi.org/10.4061/2010/741062

Rehman, T., Khan, M., Sajid, M., Abbas, R., Arshad, M., & Iqbal, Z. (2011). Epidemiology of *Eimeria* and associated risk factors in cattle of district Toba Tek Singh, Pakistan. *Parasitology Research, 108*(5), 1171–1177. https://doi.org/10.1007/s00436-010-2154-2.

Umur, Ş., Köroğlu, E., Güçlü, F., & Tınar, R. (2006). Nematoda. In R. Tınar (Ed.), *Helmintoloji* (pp. 275–327). Nobel Yayın Dağıtım.

Zafari, S., Mohtasebi, S., Sazmand, A., Bahari, A., Sargison, N. D., & Verocai, G. G. (2022). The prevalence and control of lungworms of pastoral ruminants in Iran. *Pathogens*, *11*(12), 1392. https://doi.org/10.3390/pathogens11121392.

ALTERNATİF KANATLI TÜRLERİNDE GASTROİNTESTİNAL PARAZİTLERİN BELİRLENMESİ: BILDIRCIN VE KEKLİK ÖRNEĞİ

Burak ÇELİK
Selçuk University Health Sciences Institute, 42100 Selçuklu Konya
ORCID: 0009-0001-2571-4056
Ayşe EVCİ
Department of Parasitology, Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine, 42100 Selçuklu Konya
ORCID: 0000-0003-4526-4467
Bengi Su ŞAHİN
Selçuk University Health Sciences Institute, 42100 Selçuklu Konya
ORCID: 0009-0002-4728-3522
Nermin IŞIK USLU
Department of Parasitology, Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Selçuklu 42100 Konya
ORCID: 0000-0001-7466-7068

ÖZET

Bıldırcın ve keklik eti tüketimi hem av hayvanı olmaları hem de tavuk etine alternatif protein kaynağı sunmaları nedeniyle geçmişten günümüze tüketilmektedir. Bu tüketimle birlikte insan ile etkileşimi olan bu canlıların sahip olduğu paraziter etkenlerin önemi de günden güne artmaktadır. *Giardia sp.* ve *Cryptosporidium* sp. gibi bıldırcın ve kekliklerin gastrointestinal sistemlerine yerleşebilen zoonoz karakterdeki paraziter etkenler insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Bu risk doğrultusunda Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'na getirilen 52 adet bıldırcın ve 20 adet kekliğe ait bağırsak örnekleri parazitolojik olarak incelenmiştir. Öncelikle bağırsaklar açılarak gastrointestinal sistem helmintleri yönünden değerlendirilmiş, ardından 3 gram dışkı alınarak natif preparatlar hazırlanmış ve mikroskobik olarak helmint yumurtaları,protozoon kist ve ookistleri yönünden incelenmiştir. Ayrıca, bağırsaklardan elde edilen dışkı örneklerinden ince yayma preparatları hazırlanarak, asit-fast boyama yöntemlerinden modifiye Ziehl-Neelsen (MZN) tekniği uygulanmış ve *Cryptosporidium* sp. ookistleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda incelenen kuşların %44'ünün en az bir parazit türü ile enfekte olduğu belirlenmiştir. Kekliklerin yalnızca birinde *Eimeria* sp. ookistine bağlı mono enfeksiyon saptanırken, bıldırcınların 19'unda mono enfeksiyon, 12'sinde ise *Giardia* sp. kisti ve *Eimeria* sp. ookistine bağlı miks enfeksiyon gözlenmiştir. Toplamda 28 bıldırcında *Giardia* sp. kisti, 15'inde *Eimeria* sp. ookisti tespit edilmiştir. MZN boyama ile yapılan incelemelerde her iki türde de *Cryptosporidium* sp. ookistlerine rastlanmamıştır.Sonuç olarak, Anadolu'da tavuk etine alternatif olarak tüketilen bıldırcın ve kekliklerin zoonotik parazitler açısından taşıdığı riskin yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, söz konusu kuşların yetiştiriciliğinde biyogüvenlik önlemlerine daha fazla önem verilmesi ve rutin parazitolojik kontrollerin yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, Keklik, *Eimeria* sp., *Giardia* sp., Zoonoz

DETERMINATION OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN ALTERNATIVE POULTRY SPECIES: THE EXAMPLE OF QUAIL AND PARTRIDGE

ABSTRACT

Quail and partridge meat have been consumed from past to present because they are hunting animals and offer an alternative protein source to chicken meat. With this consumption, the importance of parasitic factors of these creatures that interact with humans is increasing day by day. Zoonotic parasitic agents such as *Giardia sp*. and *Cryptosporidium* sp. that can settle in the gastrointestinal systems of quails and partridges pose a risk to human health.In line with this risk, intestinal samples of 52 quails and 20 partridges brought to the Laboratory of the Parasitology Department of the Faculty of Veterinary Medicine, Selçuk University were examined parasitologically. First, the intestines were opened and evaluated for gastrointestinal system helminths, then 3 grams of feces were taken and native preparations were prepared and examined microscopically for helminth eggs, protozoan cysts and oocysts. In addition, thin smears were prepared from stool samples obtained from the intestines, and the modified Ziehl-Neelsen (MZN) technique, one of the acid-fast staining methods, was applied and *Cryptosporidium* sp. oocysts were investigated.As a result of the study, it was determined that 44% of the birds examined were infected with at least one parasite species. While mono infection due to *Eimeria* sp. oocyst was detected in only one of the partridges, mono infection was observed in 19 of the quails and mixed infection due to *Giardia* sp. cyst and Eimeria sp. oocyst was observed in 12 of them. In total, *Giardia* sp. cysts were detected in 28 quails and *Eimeria* sp. oocysts were detected in 15 quails. In the examinations performed with MZN staining, *Cryptosporidium* sp. oocysts were not found in both species.In conclusion, it is observed that quail and partridge, consumed as alternatives to chicken meat in Anatolia, carry a high risk in terms of zoonotic parasites. This situation reveals that more emphasis should be placed on biosecurity measures and routine parasitological controls should be carried out in the breeding of these birds.

Keywords: Quail, Partridge, *Eimeria* sp., *Giardia* sp., Zoonosis

GİRİŞ

Alternatif protein kaynaklarına yönelik artan ilgi, av hayvanı olarak değerlendirilen bıldırcın (*Coturnix coturnix*) ve keklik (*Alectoris chukar*) gibi türlerin hem geleneksel tüketim alışkanlıklarında hem de modern beslenme sistemlerinde önemli bir yer edinmesine neden olmuştur. Bu kuşların insanla temasının artması, taşıyabilecekleri paraziter etkenlerin halk sağlığı açısından değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Kaştan ve Kaştan 2009, Baycar 2023).

Kanatlı hayvanlarda gastrointestinal sistemde yerleşim gösteren helmint ve protozoon enfeksiyonları hem hayvan sağlığını hem de zoonotik potansiyelleri nedeniyle insan sağlığını tehdit edebilmektedir. Özellikle *Giardia sp.*, *Cryptosporidium sp.* ve *Eimeria sp.* gibi etkenler, enfekte bireylerde sindirim sistemi bozukluklarına yol açabilmekte; yetiştiricilik ve avcılık yoluyla insanlara bulaşma riski taşımaktadır (Gül, 2009; Talazadeh vd.,2024).

Bu çalışmada, bıldırcın ve kekliklerde gastrointestinal parazitlerin yaygınlığının belirlenmesi ve zoonotik açıdan taşıdıkları risklerin ortaya konması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, bu türlerin yetiştiriciliğinde biyogüvenlik önlemlerinin önemini vurgulamakta ve rutin parazitolojik kontrollerin gerekliliğine dikkat çekmektedir.

MATERYAL VE METOT

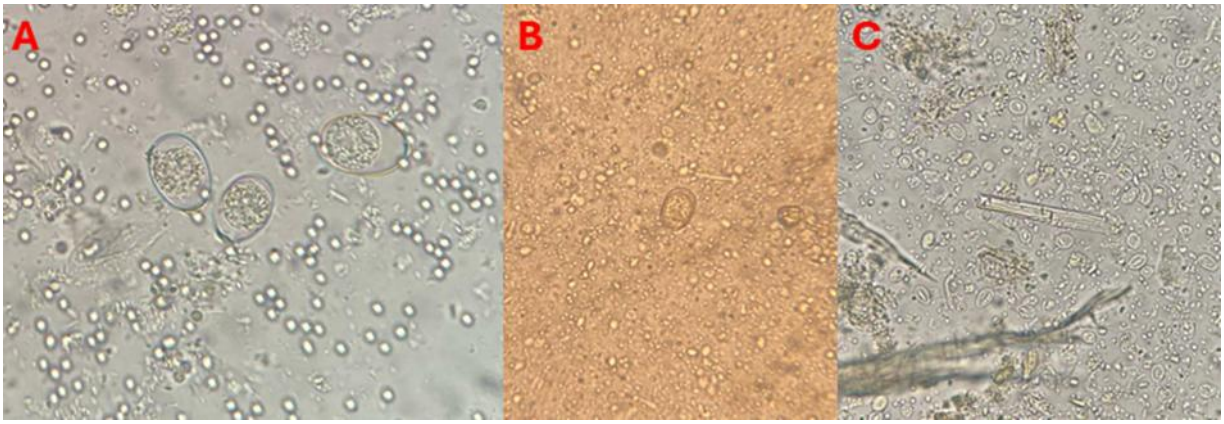
Bu çalışmanın materyalini, Eylül 2025–Kasım 2025 tarihleri arasında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'na ulaştırılan kanatlı hayvanların (bıldırcın n=52, keklik n=20) kesim sonrası elde edilen bağırsak örnekleri oluşturmaktadır. Her bir örneğin bağırsakları açılarak erişkin gastrointestinal sistem helmintleri yönünden makroskobik olarak incelenmiştir. Ardından, bağırsak içeriğinden parazitolojik değerlendirme amacıyla 3 gram dışkı alınarak natif preparatlar hazırlanarak helmint yumurtaları,protozoon kist ve ookistleri yönünden mikroskobik olarak incelenmiştir. Ayrıca, bağırsaklardan elde edilen dışkı örneklerinden ince yayma preparatlar hazırlanarak, asit-fast boyama yöntemlerinden modifiye Ziehl-Neelsen (MZN) tekniği uygulanmış ve *Cryptosporidium* sp. ookistleri yönünden mikroskopta incelenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm parazitolojik teşhis yöntemleri, Güçlü (2006) ve Kaya (2010) tarafından tanımlanan protokollere uygun şekilde uygulanmıştır.

Toplam 72 kuş örneği üzerinde yapılan parazitolojik incelemeler sonucunda, bireylerin %44,4'ünün (n=32) en az bir parazit türü ile enfekte olduğu belirlenmiştir. Keklik örneklerinin yalnızca birinde (n=1/20) *Eimeria* sp. ookistine bağlı mono enfeksiyon saptanmıştır. Bıldırcınların 19'unda mono enfeksiyon, 12'sinde ise *Giardia* sp. kisti ve *Eimeria* sp. ookistine bağlı miks enfeksiyon gözlenmiştir. Toplamda 28 bıldırcında *Giardia* sp. kisti, 15'inde *Eimeria* sp. ookisti tespit edilmiştir. Makroskobik bağırsak incelemelerinde gastrointestinal sistem helmintlerine rastlanmamıştır. Ayrıca, MZN boyama yöntemiyle hazırlanan preparatların mikroskobik incelemelerinde, bıldırcın ve keklik örneklerinde *Cryptosporidium* sp. ookistlerine rastlanmamıştır.

Paraziter etkenlerle enfekte olduğu belirlenen kanatlılarda enfeksiyon dağılımı ve yüzdesel verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Bıldırcın ve kekliklerde tespit edilen protozoon kist ve ookistleri'nin oranları

	Mono enfeksiyon		Miks enfeksiyon
	Giardia sp.	*Eimeria* sp.	*Giardia* sp.+*Eimeria* sp.
Keklik (n:20)	%0	%5	%0
Bıldırcın (n:52)	%31	%6	%23



Şekil 1. A: Keklik *Eimeria* sp. ookisti 40x, **B:** Bıldırcın *Eimeria* sp. ookisti 40x, **C:** Bıldırcın *Giardia* sp. kisti 40 x

TARTIŞMA

Kanatlı hayvanların taşıdığı gastrointestinal parazitler hem hayvan refahı hem de zoonotik bulaş riski açısından veteriner ve halk sağlığı alanlarında önemli bir araştırma konusudur. Özellikle bıldırcın (*Coturnix coturnix*) ve keklik (*Alectoris chukar*) gibi türler, hem avcılık hem de alternatif protein kaynağı olarak yetiştiricilikte değerlendirilmektedir. Bu kuşların insanla temasının artması, taşıdıkları paraziter etkenlerin halk sağlığı açısından daha dikkatli izlenmesini gerektirmektedir (Gül 2009; Talazadeh vd.,2024).

Bu çalışmada incelenen 72 kuşun %44,4'ünün en az bir parazit türü ile enfekte olduğu belirlenmiştir. Bu oran, söz konusu türlerin parazit taşıyıcılığı açısından ihmal edilemeyecek düzeyde bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle *Giardia* sp. ve *Eimeria* sp. gibi protozoonların yaygınlığı hem hayvan sağlığı hem de zoonotik bulaş açısından önem arz etmektedir.

Giardia sp., düşük konak spesifitesi ve yüksek çevresel dayanıklılığı nedeniyle çiftlik ortamlarında kolayca yayılabilen zoonotik bir protozoondur. Kontamine su, yem ve altlık aracılığıyla bulaşabilen bu etken, enfekte bireylerde ishal, halsizlik, verim kaybı ve genel durum bozukluğu gibi klinik belirtilere yol açmaktadır. (Karaer ve Kar 2010) Türkiye'de ve dünyanın farklı ülkelerinde gerçekleştirilen çalışmalarda bıldırcınlarda *Giardia* sp. kistlerinin

mikroskobik ve moleküler yöntemlerle tespit edildiği bildirilmiştir (Reboredo-Fernandez vd.,2015; Çetin vd.,2022; Talazadeh vd.,2024). Bu çalışmada Giardia sp. enfeksiyonlarının yalnızca bıldırcınlarda görülmesi (%53), türler arası bağışıklık farklılıkları ve hayvanların kesim yaşlarıyla ilişkili olabilir. Bıldırcınların genellikle 6 haftalıkken kesilmesi, bağışıklık sistemlerinin tam gelişmeden enfeksiyona açık hale gelmesine neden olabilirken; kekliklerin 16 haftaya kadar kesilmeden yetiştirilmesi, enfeksiyonlara karşı daha dirençli olmalarını sağlayabilir. Ayrıca, çiftlik ortamında serbest dolaşan kedi ve köpeklerin varlığı, *Giardia* sp. gibi zoonotik etkenlerin yayılımında portör rolü oynayabilir (Alkan, 2013; Özsoy, 2014; Adam, 2021; Dixon 2021).

Eimeria sp. ise kanatlılarda en sık görülen ve ekonomik kayıplara yol açan protozoonlardan biridir. Tür ve doku spesifitesi gösteren *Eimeria* türleri, enfekte bireylerde kanlı ishal, dehidrasyon, verim kaybı ve bağırsak mukozasında kalınlaşma, nekrotik enterit gibi patolojik değişimlere neden olmaktadır (Dumanlı & Aktaş, 2010).

Elâzığ'da 1985 ve 1993 yıllarında kekliklerde yapılan çalışmada %63,33 ve %78 oranında *Eimeria* sp. ookisti tepsit edilmiştir. Elâzığ'da bıldırcınlarda yapılan çalışmada ise bu oran %25 olarak bildirilmiştir (Dumanlı ve Özer 1985; Köroğlu ve Taşan 1993). Bu çalışmada kekliklerde *Eimeria* sp. ookistleri %5 oranında, bıldırcınlarda ise %29 oranında tespit edilmiştir. Bu oranlar, geçmişte Türkiye'de yapılan çalışmalarda bildirilen yüksek prevalanslarla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Bu farklılık, altlık temizliği sıklığı, sporlanma süresinin tamamlanamaması, yem ve su hijyeni gibi çevresel faktörlerle açıklanabilir. *Eimeria* ookistlerinin enfektif hale gelebilmesi için dış ortamda sporlanmaları gerekmektedir; altlıkların sık temizlenmesi bu süreci kesintiye uğratarak bulaş zincirini kırabilir (Taşan ,1993; McDougald ,2003; Abebe ve Gugsa ,2018; Blake vd.,2020).

Çalışmada helmintlere rastlanmamasının kapalı sistemde yetiştiricilik yapılması, mevsimsel faktörler veya hayvanların yetiştirildiği ortamın hijyen düzeyi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Kaya ,2010). Ayrıca, MZN boyama yöntemiyle yapılan incelemelerde *Cryptosporidium* sp. ookistlerine rastlanılmamıştır. Enfeksiyonun dönemsel görülme sıklığı, düşük yoğunluklu enfeksiyonların varlığı ya da kullanılan boyama yönteminin duyarlılığı da ookistlerin tespit edilememesinde etkili faktörler arasında değerlendirilebilir (Cacciò vd.,2005; Ryan ve Hijjawi ,2015). Bu durum, tanı yöntemlerinin moleküler tekniklerle desteklenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak, elde edilen bulgular bıldırcın ve kekliklerin paraziter enfeksiyonlar açısından taşıdığı potansiyel riskin göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir. Bu türlerin yetiştiriciliğinde biyogüvenlik önlemlerinin artırılması, altlık ve yem hijyeninin sağlanması, serbest dolaşan

hayvanların girişinin engellenmesi ve düzenli parazitolojik kontrollerin yapılması hem hayvan sağlığı hem de halk sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bu türlere yönelik epidemiyolojik verilerin güncellenmesi, bölgesel risk haritalarının oluşturulması ve zoonotik parazitlerin takibine yönelik ulusal düzeyde izleme programlarının geliştirilmesi önerilmektedir (Permin ve Hansen 1998, Gül 2009, Ryan ve Hijjawi 2015, Blake vd.,2020).

KAYNAKÇA

Abebe, W., & Gugsa, G. (2018). Review on poultry coccidiosis: Epidemiology and control.*International Journal of Poultry Science*, 17(1), 1–10. https://doi.org/10.3923/ijps.2018.1.10

Adam, R. D. (2021). Biology of *Giardia lamblia*. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(1), e00024-19. https://doi.org/10.1128/CMR.00024-19

Alkan, S. (2013). Bıldırcınlarda büyüme performansı ve bağışıklık gelişimi üzerine yaşın etkisi. *Hayvansal Üretim*, 54(2), 45–50.

Baycar, A. (2023). Alternatif protein kaynakları olarak av hayvanlarının değerlendirilmesi. *Gıda ve Hayvancılık Araştırmaları*, 12(1), 33–40.

Blake, D. P., Knox, J., Dehaeck, B., Huntington, B., Rathinam, T., Ravipati, V., ... & Tomley, F. M. (2020). Re-calculating the cost of coccidiosis in chickens. *Veterinary Research*, 51(1), 115. https://doi.org/10.1186/s13567-020-00837-2

Caccio SM, Thompson ARC, McLauchlin J, Smith HV. (2005). Unravelling Cryptosporidium and Giardia Epidemiology. Trends Parasitol. 21(9): 430–437.

Coşkun Çetin, N., Erdem, İ., Durusoy, Ö. F., Alaşahan, S., & Çimrin, T. (2022). The Effect of Supplementation of Fennel (*Foeniculum Vulgare Mill.*) to the Feed on Egg Production, Slaughter and Carcass Characteristics, Formation of Parasites in the Intestine and Spermatological Quality in Japanese Quail During the Laying Period. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *15*(2), 85–92. https://doi.org/10.47027/duvetfd.1159507

Dumanlı, N., & Özer, E. (1985). Elâzığ yöresinde kekliklerde (Alectoris graeca) görülen Eimeria türleri ve yayılışı, SÜ Vet. *Fak. Derg*, *1*(1), 95-96.

Dumanlı, N., & Aktaş, M. (2010). *Eimeridae* (Kanatlılarda Coccidiosis) Veteriner protozooloji (99–118). Medisan Yayınevi.

Dixon, B. R. (2021). *Giardia duodenalis* in Canada: Epidemiology and potential zoonotic transmission. *Research in Veterinary Science*, 135, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.12.004

Gül, A. (2009). Kanatlılarda zoonotik parazitlerin yaygınlığı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 33(3), 210–215.

Kaştan, M., & Kaştan, H. (2009). Bıldırcın eti ve beslenme değeri üzerine bir değerlendirme. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 25(2), 45–52.

Karaer, Z., & Kar, S. (2010). Hexamitidae. Veteriner protozooloji (43-47). Medisan Yayınevi.

Kaya, Ü. (2010). Kanatlı helmintlerinin tanısı ve kontrolü. *Veteriner Parazitoloji Dergisi*, 14(2), 85–92.

Köroğlu, E., & Taşan, E. (1993). Elâzığ yöresinde kekliklerde görülen *Eimeria* türleri üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 45–50.

McDougald, L. R. (2003). Coccidiosis. In Y. M. Saif (Ed.), *Diseases of Poultry* (11th ed., pp. 974–991). Iowa State Press.

Özsoy, B. (2014). Kanatlılarda bağışıklık sistemi gelişimi ve enfeksiyonlara karşı direnç. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 30(1), 12–18.

Permin, A., & Hansen, J. W. (1998). *Epidemiology, diagnosis and control of poultry parasites*. FAO Animal Health Manual, No. 4.

Reboredo-Fernandez, A., Ares-Mazas, E., Caccio, S. M., & Gomez-Couso, H. (2015). Occurrence of Giardia and Cryptosporidium in wild birds in Galicia (Northwest Spain). *Parasitology*, *142*(7), 917-925.

Ryan, U., & Hijjawi, N. (2015). *Cryptosporidium* in humans and animals: A review of epidemiology and transmission. *International Journal for Parasitology*, 45(7), 395–415. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2015.01.005

Talazadeh, F., Razijalali, M. H., Masaee Manesh, M., & Khajeh, F. (2024). Investigation of Enteric Parasites with a Focus on Zoonotic Parasites in the Feces of Galliformes. *Archives of Razi Institute*, *79*(2), 379.

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL GIDA ÜRETİM SİSTEMLERİNİN ZORLUKLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ramazan ÇAKMAKÇI
Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 17100,Çanakkale
ORCID: 0000-0002-1354-1995
Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240 Erzurum
ORCID: 0000-0003-0334-5621

ÖZET

Üretimdeki artış nedeniyle, gıda güvencesi son yıllarda belli oranda iyileşme gösterse de nüfus artışıyla birlikte artan gıda ve suya yönelik acil talep ve gıdaya erişim birçok ülke ve bölgenin karşı karşıya olduğu ciddi bir sorundur. Yakın gelecekte yeni, sürdürülebilir ve uygun gıda üretim teknolojilerinin geliştirilmesinde karşılaşılabilecek en önemli zorluklar iklim değişikliği, nüfus artışı ve kaynak tükenmesidir. İklim değişikliğine uyum ve etkilerinin hafifletilmesi, kirlilik, atık ve biyolojik çeşitlilik kaybının azaltılması ve artan nüfusun güvenli gıdalarla beslenmesi tarımsal gıda endüstrisinin ve gıda tedarik zincirinin karşılaştığı önemli zorluklardır. Mevcut ve gelecekteki zorluklarla ilgili hususlar olarak; gıda ürünlerindeki zararlı mikroorganizmalar ve toksinleri, gıda alerjenleri, güvenlik ve kalite arasındaki ortak optimizasyon, belli yaş, özellik ve yaşam tarzlarına göre geliştirilmiş gıda bulunabilirliği, alternatif protein kaynakları, daha az su ve enerji tüketen süreçler, çevresel, sosyal ve ekonomik kaygılar ve küresel ısınma sayılabilir. Çevresel, sosyal ve ekonomik alanları kapsayan karmaşık ve birbiriyle bağlantılı tarımsal zorlukların çözümü iklim dostu uygulamaların benimsenmesi, toprağın iyileştirilmesi, suyun korunması ve uygun yenilikçi teknolojilerin benimsenmesine bağlıdır. Bu derlemenin temel amacı, gıda sistemlerindeki farklı eğilim ve bakış açılarını inceleyerek; etkili, sürdürülebilir küresel gıda sistemlerine yönelik stratejilerin geliştirilmesi, faydaları, sınırlamaları ve sistemlerin mevcut ve gelecekteki zorluklarına ilişkin görüşleri belirtmek, gıda üretim süreçlerinin çözülmesi gereken zorlukları ve gıda güvenliğinin sağlanması ve yönetimini de kapsayan gelecekte yapılacak araştırmalar ve gıda trendleri için yeni yaklaşımlar, yenilikçi yorumlar, gelecekteki olasılıklar ve teknolojilere dayalı olarak bunların üstesinden gelme fırsatları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir gıda sistemleri, tarımsal zorluklar, geleceğin gıdaları, gıda güvencesi ve güvenliği

SUSTAINABLE AGRICULTURAL FOOD PRODUCTION SYSTEMS CHALLENGES AND SOLUTION APPROACHES

ABSTRACT

Although food security has improved somewhat in recent years due to increased production, the urgent demand for food and water, coupled with population growth and access to food, remains a serious problem faced by many countries and regions. The most significant challenges to developing new, sustainable, and appropriate food production technologies in the near future are climate change, population growth, and resource depletion. Adapting to and mitigating the effects of climate change, reducing pollution, waste, and biodiversity loss, and ensuring the safe nutrition of a growing population are major challenges facing the agro-food industry and the food supply chain. Current and future challenges include certain microorganisms and toxins in food products; food allergens; co-optimization between safety and quality; improved food availability tailored to specific age groups; characteristics; lifestyles; alternative protein sources; processes that consume less water and energy; environmental, social, and economic concerns; and global warming. Solving these complex and interconnected agricultural challenges, encompassing environmental, social, and economic challenges, depends on the adoption of climate-friendly practices, soil remediation, water conservation, and appropriate innovative technologies. The main objective of this compilation is to examine different trends and perspectives in food systems; to develop strategies for effective, sustainable global food systems, to express views on the benefits, limitations, and current and future challenges of these systems; and to discuss the challenges that need to be solved in food production processes and opportunities to overcome them on the basis of new approaches, innovative interpretations, future possibilities, and technologies for future research and food trends, including ensuring and managing food security.

Keywords: Sustainability, sustainable food systems, agricultural challenges, future foods, food security and safety

INTRODUCTION

With global population growth, the urgent demand for food and water, which are the basis of life, intensifies (Xiong et al. 2023; Nobanee and Shanti 2025). While the world's traditional biological resources are depleted, the need for healthy and sustainable food resources is increasing. Feeding the growing world population with limited resources is becoming an increasingly major global challenge for the agri-food sector, and food choices are changing in ways that affect human health and the environment. Food systems are the largest consumer of

freshwater and are responsible for the majority of greenhouse gas emissions and biological loss caused by pollution due to fertilizers and pesticides, as well as being a major contributor to climate and land use change, depletion of freshwater resources, and pollution of aquatic and terrestrial ecosystems due to excessive nitrogen and phosphorus inputs (Springmann et al. 2018; Landesz 2023). Rapid urban expansion and industrial development cause resource scarcity. In addition to the climate crisis, the pressure that consumption and production systems put on natural resources endangers food systems (FAO 2017). Their negative environmental impacts and lack of resistance to threats to food security (Horton 2023), climate change (Zurek et al. 2022), and water security (Rockström et al. 2023) indicate that current food production systems are not fully fit for purpose. The increase in extreme climatic events slows down or even negatively affects the positive effect of technological progress on yield (Lesk et al. 2021; Zhao et al. 2022). As has been observed in some cases in recent years, even advanced technologies and control systems cannot guarantee food quality and safety.

Although food security has improved to a certain extent in recent years, access and security to food, the importance of which has begun to be realized by humanity as it becomes more complicated during and after disasters such as the COVID-19 epidemic and earthquakes (Çakmakçı et al. 2023a), is a serious problem faced by many countries and regions (Xie et al., 2021). In fact, more than 811 million people worldwide faced malnutrition in 2020 due to climate-related shocks, income inequality, changes in land tenure and the economic crisis worsened by the COVID-19 pandemic (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO 2021), and the importance of city resilience has ultimately become clearer (Gulyas and Edmondson 2021). Along with people's search for healthy and enjoyable nutrition, population growth, changing demographics, climate change, depletion of natural resources, inequitable food distribution, decreases in the quality and adequacy of diet, food waste, economic and ecological disruption, water shortages, land degradation, vulnerability to natural disasters, insecurity, environmental and public health, and resource constraints pose great challenges in terms of a sustainable and healthy food supply in the future. Their negative environmental impacts and lack of resistance to threats to food security (Horton 2023), climate change (Zurek et al. 2022), and water security (Rockström et al. 2023) indicate that current food production systems are not fully fit for purpose.

FOODS OF THE FUTURE

In today's world, where natural resources are polluted, mismanaged, and seriously depleted, developing a sustainable food system that will feed the increasing population while protecting ecosystems and natural resources continues to be a challenging task. Providing sufficient,

environmentally sustainable, nutritious, safe and accessible food for everyone is at the top of the sustainable goals. It is important to raise awareness about sustainability in the food industry. Food in the future aims to solve the global food supply, food security, nutrition, and health problems by producing healthier, safer, more nutritious, and more delicious food as a guarantee of human survival (Liu et al. 2022; Wang and Zhang 2024). Sustaining human life requires the production and processing of food that protects resources and ensures food safety, quality and functionality. However, new and efficient sustainable food systems are needed because the current long supply chain-based food system cannot feed the global population and creates negative ecological, environmental, logistic and nutritional pressures (Soria-Lopez et al. 2023). Agricultural systems are not compatible with global targets in terms of food and nutrition, climate, environment, and livelihood security (DeClerck et al. 2023) and may even become victims of the environmental degradation they cause, and a major transformation is needed to ensure nutrition and food security, as well as to meet climate, diversity, and health goals (Rockström et al. 2020). In the future, food systems will need major changes to increase food production by using fewer resources and reducing food waste.

KEY CHALLENGES OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION

The main challenges facing agricultural production today include climate change, soil and water pollution and scarcity, resource scarcity and constraints, socioeconomic bottlenecks, unsustainable practices, technology adoption barriers, and threats and pressures from diseases and pests. On the other hand, the food industry's production and distribution face challenges such as supply chain disruptions and instability, sustainability, climate-related uncertainties and extreme events, labor shortages, changes in consumer preferences and market demands, food safety risks, waste reduction and cost efficiency, food loss and waste, food adulteration, inadequate and inappropriate technological developments, food safety, and quality control. The agri-food sector faces sustainability challenges such as a lack of economic incentives and financial resources, low incomes, economic exploitation of farmers, delayed payments, low prices of quality products, inadequate post-harvest facilities, high energy, pesticide and transportation costs, and high transportation and initial setup costs.

GLOBAL AND CURRENT FOOD SYSTEMS CHALLENGES

The globalization of food systems offers advantages such as providing insurance against regional production shocks, increasing the overall efficiency of production, and facilitating the exchange of information about agricultural technology between countries. However, the spread of economic shocks has led to disadvantages such as unhealthy lifestyles, the ability to affect poor regions, inequalities between countries, environmental damage, and the degradation of

ecosystems (Garcia-Oliveira et al. 2022; Soria-Lopez et al. 2023). Previous studies have shown that long-term use of agricultural chemicals that increase the efficiency and quality of plant production can pollute the environment and soil systems and decrease the nutritional and edible value of plants (Gnanaprakasam and Vanisree 2022; Upadhyay et al. 2024). The intensive financialization of food systems reduces resilience and leads to inequality in availability and affordability (Horton 2023). Despite globalization and the development of effective technological advances, current food production and distribution systems are far from meeting the requirements of sustainable nutrition.

The increasing dependence of more people on the import and export of agricultural products due to urbanization and globalization (Preiss et al. 2022) can lead to fragility and security vulnerabilities in food systems (Kummu et al. 2020). Communities can be resilient to crises if their dependence on external resources is low, but their internal capacity is high, and vice versa, they can be vulnerable to disaster risk. Although modern agricultural systems are expected to feed the world's population, current food systems are not designed to have high production volumes that provide healthy and environmentally friendly products (Çakmakçı et al. 2025). Producing safe, nutritious, and sustainable foods that will meet people's increasing demands without harming the environment is becoming more critical every day. Even Western European agri-food systems are highly developed and industrialized, and despite gains in efficiency and productivity, they are not durable or sustainable (Bennett et al. 2021; Preiss et al. 2022). According to studies conducted in ten European Union member countries in the Baltic Sea region, small and medium–sized farms have disappeared while large farms have increased, but agricultural labor input and, overall, the total number of farms have decreased (Ambros and Granvik 2020). Agricultural land in the region moving toward larger farms and greater industrialization raises essential questions regarding food system resilience and food security.

Owing to the current food regime and the fact that nearly half of the food produced is waste, agriculture is among the greatest contributors to global warming (Landesz 2023). Agricultural expansion, land use change, climate change, urbanization, chemical degradation of aquatic environments, microplastic pollution, nitrogen deposition, eutrophication and invasive species are the most important causes of biodiversity loss (Christian 2023; Isbell et al. 2023). Agriculture has increasingly strong global impacts on the environment (Waithaka 2023), greenhouse gases and climate change (Chu et al. 2023), and human health (Yan et al. 2022), and these impacts are often driven by dietary changes (He et al. 2024). Dietary changes increase greenhouse gas emissions and water demand, exacerbating climate change (Zhu et al. 2022).

Agriculture has environmental impacts such as erosion, cover loss, and water and air pollution, as well as the loss of species, ecosystems and natural features of the land.

ECOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

Modern industrial agriculture has increased yields over time, but existing food systems have also led to many problems, such as pollution and degradation of soils, greenhouse gas emissions, nitrogen and phosphorus pollution, eutrophication, loss of biodiversity and global habitat, destruction of habitat, deforestation, rendering agricultural landscapes less resilient, reduction in human health and farm incomes, and shrinkage of water storage and distribution capacity, which have come at staggering costs to the environment (Willett et al. 2019; Çakmakçı et al. 2023a). Furthermore, the excessive use of nitrogenous fertilizers to stimulate plant growth (Çakmakçı 2019) increases ammonia emissions (Xu et al. 2019), soil acidification, nitrogen oxides, nitrate pollution in water, and environmental problems (Çakmakçı 2016), and the pesticides used cause contamination in food, feed, water, and soil (Sørensen et al. 2021).

Food consumption demand based on long supply chains, which triggers the depletion of natural resources, leads to the degradation of ecosystems, overconsumption of natural habitats, loss and transformation of biodiversity, and, as a result, a decrease in yield, food security, and profitability (Soria-Lopez et al. 2023). However, the design and development of short food supply chains bring added value to food systems, such as social relations, environmental protection, food quality and safety assessment, and economic and technological sustainability (Thomé et al. 2021), but none of them are ideal approaches to meet current and future needs. Although the short food supply chain (SFSC), which is based on the elimination of intermediaries between producers and consumers, geographical proximity and traceability, is a promising strategy to overcome the limitations associated with the long food supply chain (LFSC), it must overcome some challenges before it can be implemented on a larger scale and compete with LFSC. Although food production has increased in recent years, food production will be negatively affected in the future as ecosystem services, disease-pest regulations, pollination and soil fertility decrease (Brauman et al. 2020).

According to assessments, the pressure on the environment due to land use change, increased pollution, and a decline in biodiversity, as well as the impacts and challenges on water and other essential resources, will increase in the future (Antonelli et al. 2022). While the need to produce more food puts pressure on land and water resources (Calicioglu et al. 2019), biodiversity loss and mass extinction of species are the two most critical problems (Peixoto et al. 2022), and protecting and promoting biodiversity is vital to making food systems more resilient (Ambros

and Granvik 2020). Agriculture is dependent on biodiversity for the role of pollinators in food production, disease and pest regulation, resilience to shocks, soil health and water conservation, which form the basis of a healthy diet (DeClerck et al. 2023). However, measures that will improve the protection of biodiversity, its contribution to production and its benefits are needed. Failure to overcome the crisis of climate change and biodiversity loss increases poverty, food insecurity and instability (Pörtner et al. 2023), whereas sustainable and healthy nutrition requires the transformation of food systems (Webb et al. 2020). Pressure on water resources, shifts in seasonal rainfall, river flow changes and high floods require the agricultural sector to adapt to the future (Heureux et al. 2022). Drought, which is a long-term effect of global warming, can lead to losses in agricultural production and affect food safety and security, as well as decreased yield and productivity, contamination of diseases and pests, and increased irrigation costs. Higher global temperatures and the increasing intensity, duration and frequency of rapidly occurring flash droughts affect plant physiology; expose plants to water stress and cause a decrease pollen viability (Heureux et al. 2022; Zhao et al. 2022); affect agriculture, ecosystems, and crop yields (Walker and van Loon 2023), and continue to do so in the future.

STRATEGIES FOR ENSURING FOOD SECURITY

Food safety management is a multi-faceted concept covering the environment, food, economics and agricultural science (Shen et al. 2021). Food security includes the availability and accessibility of sufficient, safe, culturally acceptable, nutritionally adequate, healthy and nutritious food to meet nutritional needs and lead a healthy life (Qasrawi et al. 2023; Oyelami et al. 2023). Food safety strategies focus not only on food quantity but also on food quality, which includes food components such as vitamins, minerals, and proteins, as well as sensory, textural, and functional properties (Çakmakçı and Çakmakçı 2023a). In addition to the food supply, food security is related to regional accessibility, the food supply, utilization, residents' purchasing power, food quality, and political and socio-economic stability (Xie et al. 2021).

Food technology, which initially started with the challenges of guaranteeing the integrity, stability and safety of food, has gradually focused on the development of food products with enhanced flavor and then on health and well-being (Silva et al. 2018; Augusto 2020). Although the primary purpose of food is nutrition, people make food choices not only on the basis of taste, nutritional value, and presentation but also on cultural, religious, historical, economic or social status and environmental factors. Food security encompasses people's access to sufficient food for a productive life, as well as their growing demand for fresh, authentic, convenient, and delicious products (Gupta et al. 2023).

Specific recommendations for ensuring food security include agroecology, sustainability, ecological intensification, and increasing the resilience of ecosystems as well as maintaining soil health and reducing producers' vulnerability to economic risk (Çakmakçı et al. 2023a); transforming food systems (Horton 2023); providing a variety of fertilizers, crop varieties, and irrigation methods (Francisco et al. 2020); increasing the use efficiency of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers (Penuelas et al., 2023); increasing the photosynthetic optimum and water and nitrogen use efficiency in cultivated plants (Sarıkaya and Tatar 2023); developing appropriate agricultural scale operations (Wang et al. 2022); supporting and encouraging small-scale farmers to integrate organically into modern agriculture (Heitala et al. 2021); adopting measures to increase the purchasing power of households in rural areas (Pawlak and Kołodziejczak 2020); and optimizing the composition of residents' diets, reducing food waste and adjusting the composition of grain consumption (Wang 2019; Liu et al. 2020).

Functional diversity can be improved through increasing plant species through internal plant and crop rotations; alternative farming models; diversified farming systems; polycultures; the diversification of rotations; flowerbeds; hedges; and semi-natural habitats to increase non-crop species diversity in and around the field; and the inoculation of beneficial microorganisms into the soil and the addition of organic inputs to the soil. Regenerative, integrated, organic, and nature-inclusive ecological farming systems are effective ways to balance ecosystem health with agricultural production (Çakmakçı 2024; Çakmakçı et al. 2025). Improving food security would have positive impacts on food access and utilization. Research has shown that agricultural land management will become more intensive and that the use of water resources will increase to enhance irrigation systems and stabilize food production. Increasing water use efficiency through better access to technology, improving distribution networks, establishing criteria for evaluating and monitoring water resources, complementing irrigation demand with non-traditional water resources, and prioritizing adaptive water management to mitigate the climate are desirable and feasible policies (Antonelli et al. 2022).

CHALLENGES TO BE SOLVED IN FOOD PRODUCTION PROCESSES

The first challenge to be solved from the beginning of food processes is safety. Although ancient, it still exists and will remain relevant as a future challenge as new products and technologies are developed. Current production systems fail to solve the problem of healthy nutrition without compromising the preservation of regional balance and ecosystem health, creating environmental damage and social injustices (Zimmerer et al. 2021; Çakmakçı et al. 2023a). The next challenge after safety is to protect safe products by guaranteeing microbiological, chemical, physical and biochemical stability (Augusto 2020). While

production and income inequality exacerbate food access problems, changes in income and prices negatively affect nutritional balance, and diets become increasingly less balanced (Santeramo et al. 2018).

Although the effects of resource scarcity and climate change on food security are known, while food sufficiency is prioritized, the future of food safety and nutritional quality are not considered (Mylona et al. 2018). The pressure to increase yields has encouraged intensive production systems, the food industry has concentrated on larger organizations, high-yield sensitive species and varieties have caused biodiversity and environmental effects, and accessible high-quality fertilizer and other resources have begun to decline. The ever-increasing consumption of antimicrobials increases pathogens resistance and compromises the effectiveness of treatments. Food demand needs to be addressed sustainably by minimizing environmental impacts and maximizing social opportunities, but it seems difficult to say that this will always be possible.

CURRENT AND FUTURE PREVENTION POLICIES

Future production and diet systems should consider practices and techniques that support biodiversity conservation, healthy lifestyles, user-friendly and protective local cultures, local economies, and cultural and nature tourism, especially the relationships between food, the environment and health. The agricultural multipronged approach requires supporting ecosystem functions with regenerative production systems and synergistic and multi-purpose diversification strategies that preserve biodiversity while preserving intact habitats (DeClerck et al. 2023). Agricultural systems should increase food production and supply efficiency, system resilience, resource efficiency, sustainability, and protect ecosystems; however, current systems of agriculture lead to continued resource depletion and unacceptable environmental and social impacts (Çakmakçı et al., 2025). It is necessary to create new products and new opportunities in industrial food by taking advantage of knowledge of products and process engineering and taking social factors into account in advance (Silva et al. 2018). The food industry currently places pressure on the ecological environment because of high energy consumption and pollution, and mitigating the resource and energy crisis and ensuring sustainability requires research on foods in the future (Wang and Zhang 2024).

Considering resource constraints, the need to improve the use of natural resources, reduce environmental impact, examine new food sources, and develop solutions for food and nutrition security is emphasized to develop sustainable food systems that are feasible and less resource intensive for the future (Calicioglu et al. 2019; Knorr and Augustin 2021). The effects of trends in society, technology, ecology, economy, research and industry, including the environment and

natural resources, on food systems should be investigated and evaluated (Preiss et al. 2022). Agricultural systems should prioritize the production of healthy food with low and regenerative environmental impact, not just the amount of production (DeClerck et al. 2023). Research on nutrient bioavailability and digestibility, food safety, production costs and consumer acceptance will determine the main food sources of future diets.

To ensure the sustainability of the food chain, good resource management and reduce agricultural damage (Cassman and Grassini 2020), increasing the suitability of genetic techniques, efficient irrigation, integrated pest management and limited and rational use of land should be taken as the basis. Food systems are expected to respond effectively to shocks, solve stagnation in the rural economy without depleting natural resources and promoting the restoration of ecosystems (Drewnowski et al. 2020), as well as improving accessibility to food resources and ensuring environmental integrity and protection (Willett et al. 2019). The coordination, consistency and links between environmental policies and agriculture, food and nutrition should be strengthened. Increasing local production and developing shorter supply chains can reduce the likelihood of dependence on external inputs, whereas diversifying sources can increase the ability of food systems to withstand and adapt to shocks (Gulyas and Edmondson 2021).

While the use of animal-based foods as protein sources should be reduced, the use of plant-based foods and alternative sources of mycoproteins such as algae, bacteria and fungi should be encouraged. Sustainable nutrition examples such as the Mediterranean diet should be protected and developed as a cultural model, especially in preserving cultural and ancient heritage and bringing people closer together. The main tendencies and trends for the future use of this model, which is associated with food sustainability, the promotion, protection, and development of which are recommended, are culture, education, the environment, health, the food industry/distribution and tourism (Real et al. 2021). Since even promising innovations may be difficult to adopt if skepticism about new foods and technologies is not addressed, direct citizen participation in food innovation and production should be ensured, although a significant challenge, to ensure that the innovation is desirable.

The appropriate management of ecosystem resources and a better understanding of the relationships between microorganisms and plants with positive mutual impacts on each other and their use will be important for the future of food. In the future, industrial food production, even if it could provide long-term systemic efficiency and resilience, could jeopardize regional self-sufficiency (Kummu et al. 2020). From an agricultural perspective, it is desirable to develop dual-purpose crops to achieve high yields and maintain soil fertility, increase youth and

organic matter in farming, develop regional agricultural policy, improve soil organic matter and quality, promote education and training on food security, increase the role of women in agriculture and prioritize investments for sustainable concentration in national planning and policies (Antonelli et al. 2022). Future agricultural strategies should prioritize the promotion of digital technologies, the widespread adoption of precision agriculture and artificial intelligence applications, and sustainability; they should reduce input needs, simplify practices, make extensive use of agricultural biology, and be respectful and trustworthy towards nature, people, soil, environment, and water resources (Çakmakçı and Çakmakçı, 2023b). A resilient agricultural production system that can withstand shocks and deliver optimum yield at minimum cost can be achieved through a combination of various AI-based innovative technologies (Çakmakçı and Çakmakçı, 2022).

TRENDS FOR PLANT-BASED, MICROBIAL, AND CELLULAR AGRICULTURAL PROTEIN PRODUCTION

Although meat and dairy products are important sources of protein in human nutrition, in terms of current market developments and sustainability, animal proteins need to be partially replaced by plant-based proteins such as cereals, pseudo-cereals, oilseed, peas, beans, legumes, grass, green leaves, seeds and nuts, potatoes, mushrooms, seaweed, algae, etc. (Lonnie et al., 2018; Aschemann-Witzel et al. 2021; Banach et al. 2023). Plant-based proteins have a long history, lower production costs, easy access and are more environmentally sustainable (Sim et al. 2021), and within limited natural resources, plant-based foods and proteins are a growing trend (Aschemann-Witzel et al. 2021). The increasing adoption of plant-based diets is predicted to significantly reduce nutrition-related health problems, agriculture and food-related greenhouse gas emissions, environmental impacts, and the demand for agricultural land, water and fertilizer (Alcorta et al. 2021; Sun et al. 2022, Springmann et al. 2023**;** Bunge et al. 2024). In addition to legumes as food substitutes, grains such as wheat, rice and oats and green leaves such as sugar beets are suitable sources. In fact, while wheat can be used with soy in meat substitutes, oats can be used as an alternative for dairy products because of their positive properties, such as supply, nutritional content, taste and color, as well as as an ingredient in other dairy substitutes, such as yogurt, cream and desserts (Banach et al. 2023). Although there has been a shift toward other protein sources, such as peas and chickpeas, soy is the primary source of plant-based proteins and an important alternative to meat and dairy products (Sim et al. 2021; Chandran et al. 2023; Banach et al. 2023). Legume proteins are an environmentally sustainable alternative to animal proteins (Liu et al. 2023).

Legume proteins such as soy, peas, chickpea, faba bean, kidney beans and mung beans; cereal proteins such as wheat, corn, rice, sorghum and oats; and oilseed proteins such as peanut, flaxseeds, sesame and sunflower are used as protein supplements (Chandran et al. 2023). In fact, the leaves of many plants, such as cowpea, sugar beet, alfalfa and berseem, can be used as plant-based protein sources (Banach et al. 2023). To reduce the consumption of animal protein, whose environmental impacts are concerning, alternative and sustainable protein sources with promising nutritional and environmental performance, such as algae, cyanobacteria, single-cell proteins, seaweed, insects, cultured meat, and synthetic proteins, should be considered, as should plant-based protein sources with low environmental impact (Parodi et al. 2018; Banach et al. 2023; Soria-Lopez et al. 2023). While thousands of occasionally used and currently unused plant species can be used as food in the future, there is also great potential for undiscovered seaweeds and aquatic animal species that can be food sources without the need for soil, water or fertilizer (Bernhardt and O'Connor 2021).

Alternative proteins are important for future food security and for sustainable food production. While new types of foods and food ingredients may be created through microbial fermentation, as a result of advances in synthetic biology techniques, stem cell biology and tissue engineering, animal tissues can be produced in bioreactors using stem cells through the biotechnological production of alternative proteins such as cultured meat, although at a small scale (Rubio et al. 2020; Zhang et al. 2020). Although plant-based meat and laboratory-grown meats have been used as alternatives to conventional meat, their nutritional, economic, health, resource, and environmental impacts require extensive research (Dolgin 2020, Rubio et al. 2020). Indeed, while leather, fish, egg, dairy and seafood proteins have been successfully produced through cellular farming techniques, which are being promoted as forward-looking new solutions, cultured meat production is still at the research level (Hassoun et al. 2024). In recent years, a development trend has been reported in the production of artificial meat, vegetable protein-containing meat and cell-cultured meat, which are thought to have advantages in terms of nutrition, health, safety and environmental protection (Wang and Zhang 2024).

In addition to being rich in plant-based protein sources, foods produced from algae, fungi, bacteria or photovoltaic-assisted microbial biomass, defined as microbial proteins or single-cell proteins, have been reported to be promising approaches that can contribute to food safety (Leger et al. 2021; Walker and van Loon 2023). In the future, innovative technologies, sustainable agriculture, nutritional changes, and the use of microorganisms such as fungi, bacteria, yeasts and microalgae to produce carbohydrates, proteins and fats will become widespread (Landesz 2023). With the food architecture approach, delicious, useful, healthy and

sustainable new generation foods that look, feel and taste like animal foods and are fortified with vitamins and minerals are created. However, whether naturally produced or industrially manufactured, functional and fortified foods should contain nutritionally and health-beneficial components and nutrients, while preserving the functionality of the compounds and the sensory characteristics of the product (Çakmakçı et al. 2023b).

With synthetic biology technologies, the rapid production of food and food components such as proteins, lipids and vitamins by microbes via environmentally friendly methods could be a promising alternative. The use of enzymatic hydrolysis and precision fermentation technology developed for the production of food ingredients not only enables the recovery of many valuable, bioactive and functional components through the use of byproducts but also promotes sustainable food production and nutrition (Çakmakçı et al. 2024, 2025; Hassoun et al. 2024). Advances in synthetic biology and fermentation technologies may enable the fabrication of protein and the cultivation of meat cells for food and feed (Asseng et al. 2021).

CONLUSIONS

The most significant challenges facing the development of new, sustainable, and appropriate food production technologies in the near future are climate change, population growth, and resource depletion. Current and future challenges include emerging microorganisms and their toxins in food products; food allergens; co-optimization between safety and quality; improved nutrient availability for certain ages, characteristics and lifestyles; alternative protein sources; processes that consume less water and energy; environmental, social and economic concerns; and global warming. The discovery and development of microbial protein sources is crucial for food security, resource conservation, and environmental sustainability. By using cellular agriculture techniques and recycling agricultural industrial waste, we can foster the development of sustainable and resilient food systems by developing cheaper and more environmentally friendly alternative protein sources. Innovations in plant-based food, food additive production, replacement and single-cell proteins, synthetic biology, precision fermentation, and food technology will attract widespread attention to ensure that future foods are safer, more nutritious, more delicious, and more sustainable.

A sustainable agricultural and food system that can meet the needs of the present without compromising its ability to meet future needs must be economically efficient, conserve resources, and not pollute the environment. Alternative nutritional options and solutions addressing the diet–environment–health triad should be developed to improve both human and environmental health. A more comprehensive understanding of the environmental impact of products and processes will require new innovative research. Climate change and the pressure

of agriculture on natural resources and the environment undermine agri-food systems, and the promotion and reinterpretation of traditional practices in light of agroecology can contribute to ensuring sustainability. In particular, nature-based solutions should be developed to reduce climate risk and improve long-term sustainability.

REFERENCES

Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez, M.D., Vaquero, M.P. (2021). Foods for plant-based diets: Challenges and innovations. Foods, *10*, 293.

Ambros, P., Granvik, M. (2020). Trends in agricultural land in EU Countries of the Baltic Sea Region from the perspective of resilience and food security. *Sustainability*, *12*, 5851.

Antonelli, M., Basile, L., Gagliardi, F., Isernia, P. (2022). The future of the Mediterranean agri-food systems: Trends and perspectives from a Delphi survey. Land Use Policy, *120*, 106263.

Aschemann-Witzel, J., Gantriis, R.F., Fraga, P., Perez-Cueto, F.J.A. (2021). Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, *61*, 3119–3128.

Asseng, S., Palm, C.A., Anderson, J.L., Fresco, L., Sanchez, P.A., Asche, F., Garlock, T.M., Fanzo, J., Smith, M.D., Knapp, G., et al. (2021). Implications of new technologies for future food supply systems. Journal of Agricultural Science, *159*, 315–319.

Augusto, P.E.D. (2020). Challenges, trends and opportunities in food processing. Current Opinion in Food Science, *35*, 72–78.

Banach, J.L., van der Berg, J. P., Kleter, G., van Bokhorst-van de Veen, H., Bastiaan-Net, S., Pouvreau, L., van Asselt, E.D. (2023). Alternative proteins for meat and dairy replacers: Food safety and future trends. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, *63*, 11063-11080.

Bennett, E.M., Baird, J., Baulch, H., Chaplin-Kramer, R., Fraser, E., Loring, P., Morrison, P., Parrott, L., Sherren, K., Winkler, K.J., et al. (2021). Ecosystem services and the resilience of agricultural landscapes. In The Future of Agricultural Landscapes, Part II; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 1–43.

Bernhardt, J.R., O'Connor, M.I. (2021). Aquatic biodiversity enhances multiple nutritional benefits to humans. Proceedings of the National Academy of Science, *118*, e1917487118.

Brauman, K.A., Garibaldi, L.A., Polasky, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Brancalion, P.H.S., DeClerck, F., Jacob, U., Mastrangelo, M.E., Nkongolo, N.V., Palang, H., Pérez- Méndez, N., Shannon, L.J., Shrestha, U.B., Strombom, E., Verma, M. (2020). Global trends in nature's contributions to people. Proceedings of the National Academy of Sciences, *117*, 32799–32805.

Bunge, A.C., Mazac, R., Clark, M., Wood, A., Gordon, L. (2024). Sustainability benefits of transitioning from current diets to plant-based alternatives or whole-food diets in Sweden. Nature Communications, *15*, 951.

Calicioglu, O., Flammini, A., Bracco, S., Bellù, L., Sims, R. (2019). The future challenges of food and agriculture: An integrated analysis of trends and solutions. Sustainability, *11*, 222.

Cassman, K.G., Grassini, P. (2021). A global perspective on sustainable intensification research. Nature Sustainability, *3*, 262–268.

Chandran, A.S., Suri, S., Choudhary, P. (2023). Sustainable plant protein: an up-to-date overview of sources, extraction techniques and utilization. Sustainable Food Technology, *4*, 466-483.

Christian, H.-M. (2023). The main drivers of biodiversity loss: A brief overview. Journal of Ecology and the Natural Environment, *7*(3), 000346.

Chu, M., Anders, S., Deng, Q., Contador, C.A., Cisternas, F., Caine, C., Zhu, Y., Yang, S., Hu, B., Liu, Z., Tse, L.A., Lam, H.-M. (2023). The future of sustainable food consumption in China. Food and Energy Security, *12*, e405.

Çakmakçı, M.F., Çakmakçı, R., (2022). Use of Machine Learning and digital technologies in agriculture areas. In *International Black Sea Modern Scientific Research Congress,* 29 September-2 October 2022 Rize, Türkiye, pp. 429-440.

Çakmakçı, M.F., Çakmakçı, R. (2023b). Remote sensing, artificial intelligence and smart agriculture technology trends of the future. European Journal of Science and Technology, *52*, 234-246.

Çakmakçı, R. (2016). Screening of multi-trait rhizobacteria for improving the growth, enzyme activities, and nutrient uptake of tea (*Camellia sinensis*). Communications in Soil Science and Plant Analysis, *47*(13-14), 1680-1690.

Çakmakçı, R. (2019). A review of biological fertilizers current use, new approaches, and future perspectives. International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET), 5 (7), 83-92.

Çakmakçı, R., Salık, M.A., Çakmakçı, S. (2023a). Assessment and principles of environmentally sustainable food and agriculture systems. Agriculture, 2023, *13*, 1073.

Çakmakçı R. (2024). Biyoçeşitlilik Kavramı Ekseninde Geleneksel ve Ekolojik Tarım. In Biyoçeşitlilik Tarım ve Gıda, Aydın, M.E., Şahin, K., Ercişli, S. (Eds), Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Report No 57, pp. 275-303.

Çakmakçı, R., Çakmakçı, S., Çakmakçı, M.F. (2025). Principles of environmentally sustainable agriculture for building resilient and resource-efficient food systems. Turkish Journal of Biology *49* (5): 550-584.

Çakmakçı, S., Çakmakçı, R. (2023a). Quality and nutritional parameters of food in agri-food production systems. Foods, *12*, 351.

Çakmakçı, S., Gülçin, İ., Gündoğdu, E., Ertem Öztekin, H., Taslimi, P. (2023b). The comparison with commercial antioxidants, effects on colour, and sensory properties of green tea powder in butter. Antioxidants, *12*, 1522.

Çakmakçı, S., Polatoğlu, B., Çakmakçı, R. (2024). Foods of the future: challenges, opportunities, trends, and expectations. Foods, *13*, 2663.

DeClerck, F.A.J., Koziell, I., Benton, T., Garibaldi, L.A., Kremen, C., Maron, M., Del Rio, C.R., Sidhu, A., Wirths, J., Clark, M., et al. (2023). A whole earth approach to nature positive food: biodiversity and agriculture. In *Science and Innovations for Food Systems Transformation*; von Braun J., Afsana, K., Fresco, L.O., Hassan M.H.A. (Eds.); Springer: Cham, Switzerland, pp. 469-496.

Dolgin, E. (2020). Cell-based meat with a side of science. Nature, *588*, S64–67.

Drewnowski, A., Finley, J., Hess, J. M., Ingram, J., Miller, G., Peters, C. (2020). Toward healthy diets from sustainable food systems. Current Developments in Nutrition*, 4*(6), nzaa083.

FAO (2017). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*; FAO: Rome, Italy.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. FAO: Rome, Italy.

Francisco, C., Samyuktha, K., Berber, K. (2020). Impacts of a national lock down on small holder farmers 2019 income and food security: Empirical evidence from two states in India. World Development, *136*, 105069.

Garcia-Oliveira, P., Fraga-Corral, M., Pereira, A.G., Prieto, M.A., Simal-Gandara, J. (2022). Solutions for the sustainability of the food production and consumption system. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, *62*(7), 1765–1781.

Gnanaprakasam, P.D., Vanisree, A.J. (2022). Recurring detrimental impact of agrochemicals on the ecosystem, and a glimpse of organic farming as a possible rescue. Environmental Science and Pollution Research, *29*, 75103–75112.

Gulyas, B.Z., Edmondson, J.L. (2021). Increasing city resilience through urban agriculture: challenges and solutions in the Global North. Sustainability, *13*, 1465.

Gupta, A.K., Pratiksha, Das, T., Kumar, H., Rastogi, S., Espinosa, E., Rincón, E., Morcillo-Martín, R., Rather, M.A., Kumar, V., et al. (2023). Novel food materials: Fundamentals and applications in sustainable food systems for food processing and safety. Food Bioscience, *55*, 103013.

Hassoun, A., Bekhit, A.E-D.A., Jambrak, A.R., Regenstein, J.M., Chemat, F., Morton, J.D., Gudjónsdóttir, M., Carpena, M., Prieto, M.A., Varela, P., et al. (2024). The fourth industrial revolution in the food industry-part II: Emerging food trends. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, *64*, 407-437.

He, P., Liu, Z., Baiocchi, G., Guan, D., Bai, Y., Hubacek, K. (2024). Health–environment efficiency of diets shows nonlinear trends over 1990–2011. Nature Food, *5*, 116–124.

Heitala, R., Liu, P., Qi, S. (2021). Does small-scale organic farming contribute to the local environment-a case study in suburban Shanghai, China. Agronomy, *11(8)*, 1601.

Heureux, A.M.C., Alvar-Beltrán, J., Manzanas, R., Ali, M., Wahaj, R., Dowlatchahi, M., Afzaal, M., Kazmi, D., Ahmed, B., Salehnia, N., et al. (2022). Climate trends and extremes in the Indus River Basin, Pakistan: Implications for agricultural production. Atmosphere, *13*, 378.

Horton, P. (2023). A sustainable food future. Royal Society Open Science, *10*, 230702.

Isbell, F., Balvanera, P., Mori, A.S., He, J.S., Bullock, J.M., Regmi, G.R., Seabloom, E.W., Ferrier, S., Sala, O.E., Guerrero-Ramírez, N.R., et al. (2023). Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. Frontiers in Ecology and the Environment, *21*(2), 94–103.

Knorr, D., Augustin, M.A. (2021). Food processing needs, advantages and misconceptions, Trends in Food Science & Technology, *108*, 103

Kummu, M., Kinnunen, P., Lehikoinen, E., Porkka, M., Queiroz, C., Röös, E., Troell, M., Weil, C. (2020). Interplay of trade and food system resilience: Gains on supply diversity over time at the cost of trade independency. Global Food Security, *24*, 100360.

Landesz, T. (2023). Future of Food. In *Future Intelligence*. *Future of Business and Finance*, Landesz, T., Varghese, S., Sargsyan, K. (Eds.); Springer, Cham. Switzerland, 2023, pp.133-145.

Leger, D., Matassa, S., Noor, E., Shepon, A., Milo, R., Bar-Even, A. (2021). Photovoltaic-driven microbial protein production can use land and sunlight more efficiently than conventional crops. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, *118*, e2015025.

Lesk, C., Coffel, E., Winter, J., Ray, D., Zscheischler, J., Seneviratne, S.I., Horton, R. (2021). Stronger temperature–moisture couplings exacerbate the impact of climate warming on global crop yields. Nature Food, *2*, 683–691.

Liu, F., Li, M., Wang, Q., Yan, J., Han, S., Ma, C., Ma, P., Liu, X., McClements, D.J. (2023). Future foods: Alternative proteins, food architecture, sustainable packaging, and precision nutrition. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, *63*, 6423-6444.

Liu, J., Oita, A., Hayashi, K., Matsubae, K. (2022). Sustainability of vertical farming in comparison with conventional farming: A case study in Miyagi Prefecture, Japan, on nitrogen and phosphorus footprint. Sustainability, *14*, 1042.

Liu, X., Shi, L.J., Bernie, A.E., Sun, S.K., Zhao, X.N., Wu, P.T., Wang, Y.B. (2020). New challenges of food security in Northwest China: Water footprint and virtual water perspective. The Journal of Cleaner Production, *245*, 118939.

Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J. M., Corfe, B.M., Green, M.A., Watson, A.W., Williams, E.A., Stevenson, E.J., Penson, S., Johnstone, A.M. (2018). Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. Nutrients, *10*(3), 360.

Mylona, K., Maragkoudakis, P., Miko, L., Bock, A.-K., Wollgast, J., Caldeira, S., Ulbertha, F. (2018). Viewpoint: Future of food safety and nutrition - Seeking win-wins, coping with trade-offs. Food Policy, *74*, 143–146.

Nobanee, H., Shanti, H.Z. (2025). Assessing risk management trends in food security research. Environment, Development and Sustainability, *27*, 12393–12414.

Oyelami, L.O., Edewor, S.E., Folorunso, J.O., Abasilim, U.D. (2023). Climate change, institutional quality and food security: Sub-Saharan African experiences. Scientific African, *20*, e01727.

Parodi, A., Leip, A., De Boer, I.J.M., Slegers, P.M., Ziegler, F., Temme, E.H.M., Herrero, M., Tuomisto, H., Valin, H., van Middelaar, C.E., et al. (2018). The potential of future foods for sustainable and healthy diets. Nature Sustainability, *1*(12), 782–789.

Pawlak, K., Kołodziejczak, M. (2020). The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production. *Sustainability, 12*(13), 5488.

Peixoto, R.S., Voolstra, C.R., Sweet, M., Duarte, C.M., Carvalho, S., Villela, H., Lunshof, J.E., Gram, L., Woodhams, D.C., Walter, J., et al. (2022). Harnessing the microbiome to prevent global biodiversity loss. Nature Microbiology, *7*(11), 1726–1735.

Penuelas, J., Coello, F., Sardans, J. (2023). A better use of fertilizers is needed for global food security and environmental sustainability. Agriculture & Food Security, 12, 5.

Pörtner, H.-O., Scholes, R.J., Arneth, A., Barnes, D.K.A., Burrows, M.T., Diamond, S.E., Duarte, C.M., Kiessling, W., Leadley, P., Managi, S., et al. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. Science, *380*(6642), eabl4881.

Preiss, M., Vogt, J.H.-M., Dreher, C., Schreiner, M. (2022). Trends shaping western european agrifood systems of the future. Sustainability, *14*, 13976.

Qasrawi, R., Hoteit, M., Tayyem, R., Bookari, K., Al Sabbah, H., Kamel, I., Al-Halawa, D. A. (2023). Machine learning techniques for the identification of risk factors associated with food insecurity among adults in Arab countries during the COVID-19 pandemic. BMC Public Health, *23*, 1805.

Real, H., Dias, R.R., Graça, P. (2021). Mediterranean Diet conceptual model and future trends of its use in Portugal. Health Promotion International, *36*, 548–560.

Rockström, J., Edenhofer, O., Gaertner, J., DeClerck, F. (2020). Planet-proofing the global food system. Nature Food, *1*, 3–5.

Rockström, J., Mazzucato, M., Andersen, L.S., Fahrländer, S.F., Gerten, D. (2023). Why we need a new economics of water as a common good. Nature, *615*, 794–797.

Rubio, N.R., Xiang, N., & Kaplan, D.L. (2020). Plant-based and cell-based approaches to meat production. Nature Communications, *11*, 6276.

Santeramo, F.G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi A., Viscecchia, R., Nardone. G. (2018). Emerging trends in European food, diets and food industry. Food Research International, *104*, 39–47.

Sarıkaya, M.F., Tatar, M. (2023). Global climate change and crop production. Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology, *2,* 65-78.

Shen, C., Wei, M., Sheng, Y. (2021). A bibliometric analysis of food safety governance research from 1999 to 2019. Food Science & Nutrition, 9, 2316–2334.

Silva, V.L., Sereno, A.M., Sobral, P.J.A. (2018). Food industry and processing technology: on time to harmonize technology and social drivers. Food Engineering Reviews, *10*, 1-13.

Sim, S.Y.J., Srv, A., Chiang, J.H., Henry, C.J. (2021). Plant proteins for future foods: A roadmap. Foods, *10*(8), 1967.

Sørensen, M.T., Poulsen, H.D., Katholm, C.L., Højberg, O. (2021). Review: feed residues of glyphosate-potential consequences for livestock health and productivity. Animal, *15*, 100026.

Soria-Lopez, A., Garcia-Perez, P., Carpena, M., Garcia-Oliveira, P., Otero, P., Fraga-Corral, M., Cao, H., Prieto, M.A., Simal-Gandara, J. (2023). Challenges for future food systems: From the Green Revolution to food supply chains with a special focus on sustainability. Food Frontiers, *4*, 9–20.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K.M., et al. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. Nature, *562*, 519–525.

Springmann, M., Van Dingenen, R., Vandyck, T., Latka, C., Witzke, P., Leip, A. (2023). The global and regional air quality impacts of dietary change. Nature Communications, *14*, 6227.

Sun, Z., Scherer, L., Zhang, Q., Behrens, R. (2022). Adoption of plant-based diets across Europe can improve food resilience against the Russia-Ukraine conflict. Nature Food, *3*, 905–910.

Thomé, K.M., Cappellesso, G., Ramos, E.L.A., Duarte, S.C.D.L. (2021). Food supply chains and short food supply chains: Coexistence conceptual framework. Journal of Cleaner Production, *278*, 123207.

Upadhyay, S.K., Singh, G., Rani, N., Rajput, V.D., Seth, C.S., Dwivedi, P., Minkina, T., Wong, M.H., Show, P.L., Khoo, K.S. (2024). Transforming bio-waste into value-added products mediated microbes for enhancing soil health and crop production: Perspective views on circular economy. Environmental Technology & Innovation, *34,*103573.

Waithaka, S. (2023). Effects of agriculture on the environment. International Journal of Agriculture, *8*,10-20.

Walker, D.W., van Loon, A.F. (2023). Droughts are coming on faster. *Science*, *380* (6641), 130–132.

Wang, Y.S. (2019). The challenges and strategies of food security under rapid urbanization in China. Sustainability, *11*, 542.

Wang, J., Zhang, X. (2024). The potential of future foods for a sustainable future. eFood, *5*, e133.

Wang, L., Tang, J., Tang, M., Su, M., Guo, L. (2022). Scale of operation, financial support, and agricultural green total factor productivity: evidence from China. International Journal of Environmental Research and Public Health, *19*, 9043.

Webb, P., Benton, T.G., Beddington, J., Flynn, D., Kelly, N.M., Thomas, S.M. (2020). The urgency of food system transformation is now irrefutable. Nature Food, *1*(10), 584–585.

Willett, W., Rockstrom, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., et al. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet, *393* (10170), 447–492.

Xie, H., Wen, Y., Choi, Y., Zhang, X. (2021). Global trends on food security research: A bibliometric analysis. Land, *10*, 119.

Xiong, Y., Guo, H., Nor, D.D.M.M., Song, A., Dai, L. (2023). Mineral resources depletion, environmental degradation, and exploitation of natural resources: COVID-19 aftereffects. Resources Policy, *85*, 103907.

Xu, R., Tian, H., Pan, S., Prior, S.A., Feng, Y., Batchelor, W.D., Chen, J., Yang, J. (2019). Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process-based estimates and uncertainty. Global Change Biology, *25*(1), 314-326.

Yan, Z., Xiong, C., Liu, H., Singh, B.K. (2022). Sustainable agricultural practices contribute significantly to One Health. Journal of Sustainable Agriculture and Environment, *1*, 165–176.

Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. Trends in Food Science & Technology, *97*, 443–450.

Zhao, W., Chou, J., Li, J., Xu, Y., Li, Y., Hao, Y. (2022). Impacts of extreme climate events on future rice yields in global major rice-producing regions. International Journal of Environmental Research and Public Health, *19*, 4437.

Zhu, W., Chen, Y., Han, X., Wen, J., Li, G., Yang, Y., Liu, Z. (2022). How does income heterogeneity affect future perspectives on food consumption? Empirical evidence from urban China. Foods, *11*, 2597.

Zimmerer, K.S., Bell, M.G., Chirisa, I., Duvall, C.S., Egerer, M., Hung, P.Y., Lerner, A.M., Shackleton, C., Ward, J.D., Yacamán Ochoa, C. (2021). Grand challenges in urban agriculture: Ecological and social approaches to transformative sustainability. Frontiers in Sustainable Food Systems, *5*, 668561.

Zurek, M., Hebinck, A., Selomane, O. (2022). Climate change and the urgency to transform food systems. Science, *376*, 1416–1421.

MİNERAL, ORGANİK VE BİYOLOJİK GÜBRENİN VE ENTEGRE KULLANIMININ BUĞDAYIN BÜYÜME, VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ramazan ÇAKMAKÇI
Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops,17100 Çanakkale
ORCID: 0000-0002-1354-1995
Halil İbrahim KILIÇ
Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, 17100 Çanakkale
ORCID: 0009-0001-1596-991x

ÖZET

Bu araştırmada, kontrol, mineral gübre NP (önerilen 12 kg N da^{-1} + 8 kg P da^{-1}), çiftlik gübresi (FM:4 t da^{-1}), azot fikseri, fosfat çözücü ve ACC deaminaze ve indol asetik asit üretici bakterilerden oluşturulan mikrobiyal gübre formülasyonu (MF: *Pseudomonas stutzeri* B171 + *Bacillus megaterium* RA17 + *Bacillus subtilis* RA7), Karma 1 (K1: 6 kg N da^{-1} + 4 kg P da^{-1} + FM 2 t da^{-1} + MF), Karma 2 (K2: 6 kg N da^{-1} + 4 kg P da^{-1} + MF) ve Karma 3 (K3: FM 2 t da^{-1} + MF) uygulamalarının Çanakkale tarla koşullarında ekmeklik buğday Masaccio'da gelişme, verim ve kalite üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir. Buğdaya FM, MF, NP, K1, K2 ve K3 uygulamalarının kontrole kıyasla sırasıyla, bitki yüksekliğinde %12,5, 12,9, 14,7, 15,1, 14,4 ve 13,6; başak uzunluğu %10,5, 12,5, 17,4, 17,2, 14,7 ve 12,6; başakta başakçık sayısı %9,1, 9,3, 14,0, 15,1, 10,9 ve 9,2; başakta tane sayısı %11,2, 11,4, 16,2, 16,9, 12,6 ve 11,2; başakta tane ağırlığı %6,6, 9,4, 11,6, 12,6, 10,1 ve 8,8; tane verimi %17,4, 20,2, 25,8, 26,4, 26,0 ve 22,9; sap verimi %14,4, 19,0, 25,2, 26,1, 23,1 ve 21,2; biyolojik verim %15,4, 19,4, 25,6, 27,3, 24,0 ve 21,8; erken hamur olum dönemi klorofil içeriği %11,3, 14,6, 16,3, 18,2, 15,2 ve 13,5; bin tane ağırlığı %14,5, 15,7, 17,6, 17,8, 14,9 ve 14,5; hektolitre ağırlığında %12,4, 11,0, 13,8, 14,3, 12,0 ve 10,7 ve protein oranında %8,6, 9,5, 13,3, 9,9, 8,9 ve 8,0 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Sonuçlar buğdayda en yüksek gelişme, verim ve kalite parametreleri mikrobiyal gübre formülasyonu + %50 mineral NP + %50 çiftlik gübresi kombinasyonundan elde edilmiş, bunu %100 NP uygulaması ve %50 mineral NP + %50 çiftlik gübresi takip etmiş ve sonuçlar NP gübrelemesinin yanı sıra mikrobiyal uygulamaların buğday verimini ve kalite özelliklerini artırabileceğini göstermiştir. Mikrobiyal formülasyonla buğday gelişme ve veriminde herhangi bir azalmaya yol açmadan önerilen NP dozu %50 oranında azaltılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, verim, çiftlik gübresi, azaltılmış kimyasal gübre, birlikte aşılama, bitki gelişmesini teşvik edici bakteri

THE EFFECT OF MINERAL, ORGANIC, AND BIOLOGICAL FERTILIZER AND THEIR INTEGRATED USE ON GROWTH, YIELD, AND QUALITY IN WHEAT

ABSTRACT

The study assessed possible effects of control, mineral fertilizers NP (120 kg N ha^{-1} + 80 kg P ha^{-1} of the recommended NP rate), farmyard manure (FM: 40 t ha^{-1}), triple strains combinations of N_2-fixing, P-solubilizing, and ACC-deaminase and IAA-producing bacteria-based microbial formulations (MF: *Pseudomonas stutzeri* B171 + *Bacillus megaterium* RA17 + *Bacillus subtilis* RA7), integrated 1(E1: 60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + 2 t FM ha^{-1} + MF), integrated 2 (E2: 60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + MF), and integrated 3 (E3: 2 t FM ha^{-1} + MF) on the growth, yield, and quality in bread wheat Masaccio in field conditions of Çanakkale. Applications of wheat with FM, MF, NP, E1, E2, and E3 increased plant height by 12.5, 12.9, 14.7, 15.1, 14.4, and 13.6% as compared to the control; spike length by 10.5, 12.5, 17.4, 17.2, 14.7, and 12,6%; number of spikelet per spike by %9.1, 9.3, 14.0, 15.1, 10.9, and 9.2%; number of grain per spike by %11.2, 11.4, 16.2, 16.9, 12.6, and 11.2%; grain weight per spike by 6,6, 9.4, 11.6, 12.6, 10.1, and 8.8%; grain yield by 17.4, 20.2, 25.8, 26.4, 26.0, and 22.9%; straw yield by 14.4, 19.0, 25.2, 26.1, 23.1, and 21.2%; biological yield by 15.4, 19.4, 25.6, 27.3, 24.0, and 21.8%; chlorophyll content at early dough by 11.3, 14.6, 16.3, 18.2, 15.2 ve 13.5%; thousand grain weight by 14.5, 15.7, 17.6, 17.8, 14.9, and 14.5%; hectoliter weight by 12.4, 11.0, 13.8, 14.3, 12.0, and 10.7%; and protein content by 8.6, 9.5, 13.3, 9.9, 8.9, and 8.0%, respectively. The highest growth, yield, and quality parameters in wheat were achieved with the microbial fertilizer formulation + 50% mineral NP + 50% farmyard manure, followed by 100% NP and 50% mineral NP plus 50% farmyard manure. The results showed that microbial applications, in addition to NP fertilization, can increase wheat yield and quality traits. With microbial formulations, the recommended NP dose could be reduced by 50% without causing any reduction in wheat growth and yield.

Keywords: Bread wheat, yield, farmyard manure, reduced chemical fertilizer, co-inoculation plant growth promoting rhizobacteria

INTRODUCTION

Wheat is one of the world's most important and widely cultivated cereals because of the many properties and uses of its grains and straw. Wheat (*Triticum aestivum* L.), which can be grown as both a summer crop and a winter crop, is one of the three main cereals, along with maize and rice. It is an important energy source; a renewable resource for food, feed and industrial raw materials; a source of protein and fiber in human nutrition; and a staple food for approximately one-third of the world's population (Çakmakçı et al. 2017).

Although chemical fertilizer application is one of the most widely adopted methods in intensive agriculture, its continuous and long-term use leads to many unexpected effects and resource waste, causing greenhouse gas formation, eutrophication, and soil salinization by entering the atmosphere and water resources (Çakmakçı 2019a). Long-term inappropriate chemical fertilization has been reported to increase soil acidity and reduce the number of microorganisms, degrading soil health, which in turn leads to nutrient imbalances in the soil and a general deterioration in soil fertility and quality (Çakmakçı 2019b; Nosheen et al. 2021). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) or beneficial microorganisms can improve the soil structure and microbiota and increase plant growth, yield, resistance, and quality through multiple mechanisms, including biological nitrogen fixation, solubilization of inorganic phosphate and mineralization of organic phosphate, nutrient uptake, production of siderophores, ACC deaminase, and phytohormones such as indole-3-acetic acid, gibberellin and cytokinin, and antagonistic activity against phytopathogenic microorganisms (Çakmakçı et al. 2017, 2020, 2023; Chen et al. 2021; He et al. 2024).

On the other hand, organic fertilizers positively affect the physical and chemical properties of the soil (Song et al. 2022), effectively increasing soil fertility and fertilizer use efficiency (4), can be used in place of chemical fertilizers (Esmaeilian et al. 2022), improve the soil structure, and promote nutrient cycling and transformation (Bo et al. 2025), ultimately increasing productivity. Organic fertilization has been able to increase N, P, and K uptake and, along with allom efficiency, wheat biomass and yield (Bo et al. 2025). Studies have shown that combined organic and biological fertilizer applications with 100% NPK demonstrate the highest efficiency in terms of wheat grain yield and other characteristics (Attia and El Salam,2016), whereas compared with fully fertilized controls, PGPR application in tomatoes and potatoes can increase nutrient use efficiency and plant growth and reduce fertilizer inputs by up to 50% without causing yield loss (Ye et al. 2020; Malaver et al. 2023; Tirado-Malaver and Tirado-Lara 2025). The combination of chemical fertilizers and microbial inoculants at appropriate rates positively affects soil quality and crop yield and can increase leaf N and P contents and uptake in lettuce (Angulo et al. 2020).

Wheat, the main winter crop, is one of the world's most important and widely cultivated cereals due to the many properties and uses of its grains and straw. Since the continuous cultivation of this cereal leads to soil health problems and numerous nutrient deficiencies over time, adding organic and biological fertilizers to the soil for nutrient supplementation, which has the potential to positively affect the physical, chemical and biological properties of the soil, can be an important solution. This research assumed that the application of organic and biological

fertilizers improved the soil environment, which may lead to increased activity of soil microbes and increased yields of wheat varieties, and that these applications may reduce the amount of mineral fertilizers used. This study investigated the effects of the optimum mineral NP fertilization recommended for wheat, a half dose of fertilizer, farmyard manure, and microbial fertilizer formulations, either alone or in combination, on wheat growth, yield, and quality characteristics, as well as whether the use of chemical fertilizers could be reduced with microbial and organic fertilizer supplementation.

MATERIAL AND METHODS

This study investigated the effects of the mineral fertilizers NP (120 kg N ha^{-1} + 80 kg P ha^{-1} of the recommended NP rate), farmyard manure (FM: 40 t ha^{-1}), and microbial bioformulations on the cultivation of the bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Masaccio cultivation. Further treatments tested the combination of BF formulation with 50% optimal fertilizer doses and 50% farmyard manure. The experiment was conducted as a randomized block trial under field conditions and consisted of seven treatments: negative control (no chemical fertilizer or microorganisms), chemical NP fertilizer treatments (120 kg N ha^{-1} + 80 kg P ha^{-1} of the recommended NP rate), farmyard manure (FM: 40 t ha^{-1}), triple strain combinations of N_2-fixing, P-solubilizing, and ACC-deaminase and IAA-producing bacteria-based formulations in the MF (*Pseudomonas stutzeri* B171 + *Bacillus megaterium* RA17 + *Bacillus subtilis* RA7), integrated 1 (E1: 60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + 2 t FM ha^{-1} + MF), integrated 2 (E2: 60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + MF), and integrated 3 (E3: 2 t FM ha^{-1} + MF) on the growth, yield, and quality of bread wheat Masaccio under field conditions of Çanakkale (Türkiye).

For the preparation of the microorganism-based biofertilizer candidate bioformulation, the bacterial culture was grown in flasks containing nutrient agar (NA) on a rotary shaker at 27°C for 24 hours. Pure colonies were taken from fresh culture media and transferred to nutrient broth (NB) culture media. The horizontal shaker incubator developed a 24-hour culture, inoculated NB containing the liquid culture media previously prepared by fermentors and sterilized by autoclaving at 121 °C for 20 min. For liquid-based bio-formulation, equal volumes (10^8 CFU ml^{-1} of each inoculant) of each culture were mixed and then used. Bread wheat seeds were treated with 70% ethanol for 2 min, then with 1.2% sodium hypochloride for 10 min, and then rinsed ten times in sterile tap water. The sterilized seeds were then treated with the bacterial suspension for 30 min. A biofertilizer formulation was applied directly to the seeds before planting to ensure that beneficial microorganisms came into direct contact with the young roots after germination. Manure and fertilizer are applied at the time of land preparation by broadcasting prior to planting.

A wheat field trial was conducted at the Dardanos Research and Practice Unit of the Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, via a randomized block design with three replications. The field was prepared by deep plowing and surface tillage. Masaccio bread wheat cultivar was used in the trials. The plots were designed with a width of 1 m, a length of 5 m, a total plot area of 5 m^2, a spacing of 0.5 m between plots, and a spacing of 1 m between blocks. The trial was conducted on November 28, 2024, with 500–550 seeds per square meter. The planting process was performed using markers. Bacterial treatment was applied by spraying the wheat onto the seeds before the seeds were inoculated and the rows were closed. The rows were then closed. Field emergence was found to be satisfactory. No plant loss was observed in the plots during the spring, and no problems were experienced with field emergence or winter development. No chemical pesticides or herbicides were applied.

RESULTS AND DISCUSSION

Compared with no fertilization, farmyard manure, microbial fertilizer formulations and chemical fertilizers significantly affected wheat agronomic growth and yield traits in field experiments (Tables 1, 2). Among these seven treatments, the maximum plant height, spike length, number of spikelet per spike, grain weight per spike, chlorophyll content (SPAD) at the early dough stage, grain yield, straw yield, biological yield, thousand grain weight, and hectoliter weight of wheat were determined when the combination of 50% NP plus 50% animal manure plus bacterial formulation application was followed by the recommended NP fertilization dose (120 kg N ha-1 + 80 kg P ha^{-1}) and half the recommended dose of chemical fertilizer plus microbial formulation (E2: 60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + MF) application (Tables 1, 2). Compared with the control, all the treatments increased the growth, yield, and quality parameters tested in wheat, and the increase rates were statistically significant.

The highest grain yield per hectare among the parameters examined was achieved by the 50% NP + 50 FM + MF (7038 kg ha^{-1}), 50% NP+ MF (7013 kg ha^{-1}), 100% NP (7005 kg ha^{-1}), 50%FM + MF (6843 kg ha^{-1}), MF (6691 kg ha^{-1}), and FM applications, which provided increases of 26.4%, 26.0%, 25.8%, 22.9%, 20.2%, and 17.4%, respectively, compared with the control application. There were no significant differences in plant height, spike length, number of spikelets per spike, grain weight per spike, grain yield, biomass straw yield, biological yield, or chlorophyll content (SPAD value) at the early dough stage between the 100% NP chemical fertilizer alone and the combinations of 50% reduced chemical fertilizer NP plus 50% FM or 50% FM and microbial inoculants. Compared with a single application of farmyard manure alone, the combined application of this reduced chemical and animal manure dose with the microbial formulation significantly increased the plant height, spike length, grain weight per

spike, chlorophyll content, grain yield, straw yield, and biological yield of the wheat. These results show the potential of microbial formulations, particularly when used in combination with 50% reduced doses of recommended chemical and organic fertilizers, to improve plant growth, yield, quality, and fertilizer efficiency.

Table 1. Growth, yield and yield components of bread wheat with farmyard manure, mineral and biofertilizers and their combinations

Treat-ments*	Plant height (cm) **	Spike length (cm)	Number of spikelets per spike	Number of grains per spike	Grain weight per spike	Chlorophyll content at early dough
Control	85.70 ± 0.45 d	7.65 ± 0.22 d	16.12 ± 0.30 d	35.14 ±0.69 d	1.61 ±0.02 d	47.56±0.82 d
FM	96.41±1.11 c	8.45 ±0.09 c	17.58±0.09 c	37.47±0.44 ab	1.72±0.05 c	52.92±0.78 c
MF	96.73±1.45bc	8.61±0.19 bc	17.61±0.42 c	37.67±0.20 ab	1.77±0.01 a-c	54.49±1.02 a-c
NP	98.26±0.70 ab	8.98±0.11 a	18.38±0.12 ab	38.30±0.59 a	1.80±0.02 ab	55.30±1.55 ab
E1	98.61±0.42a	8.96±0.15 a	18.55±0.56 a	37.11±0.14 b	1.82±0.03 a	56.21±0.87 a
E2	98.08±0.66a-c	8.77±0.09 ab	17.87±0.33 bc	36.09±0.59 c	1.78±0.03 ab	54.77±0.86 ab
E3	97.39 ±1.05 bc	8.61±0.08 bc	17.60±0.21 c	36.09±0.59 c	1.76±0.03 bc	53.99±0.51 bc
Average	94.82 ± 4.39	8.58±0.43	17.66±0.84	37.25±1.02	1.75±0.06	53.60±2.83

*Control: without bacteria inoculation or maure and mineral fertilizers; FM: Farmyard manure (40 t ha^{-1}); NP: mineral fertilizers (120 kg N ha^{-1} + 80 kg P ha^{-1} of the recommended NP rate), MF: microbial formulations (*Pseudomonas stutzeri* B171 + *Bacillus megaterium* RA17 + *Bacillus subtilis* RA7); E1 (60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + 2 t FM ha^{-1} + MF); E2 (60 kg N ha^{-1} + 40 kg P ha^{-1} + MF); E3 (2 t FM ha^{-1} + MF); **Values are means±SE, Different letters within the same column indicate significant differences according to Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).

These results are similar to those reported by other researchers (Othman et al. 2022; Tirado-Malaver and Tirado-Lara 2025), who reported that the use of 50% NPK in combination with PGPR resulted in a significant increase in yield components and outperformed the control group with 100% chemical fertilization. Bacterial and mineral applications effectively affect wheat yield and yield components (Aslan et al. 2020), and bacterial inoculation of wheat reduces chemical fertilizer use (Sheirdil et al. 2023). Research has shown that replacing 20% of chemical fertilizers with organic fertilizers during the wheat season effectively sustains summer maize yields and wheat yields (Zhang et al. 2024; Bo et al. 2025) and that, compared with inorganic nitrogen fertilizers, applications containing 35–50% organic nitrogen increase wheat nitrogen use rates (Zhao et al. 2025). It has been reported that biofertilizers, organic fertilizers, and their combinations significantly affect the growth, yield, and grain biochemical composition of wheat plants and that the use of humic acid in combination with Azotobacter and mycorrhizae is a promising approach to improve wheat yield and quality (Lamlom et al. 2023). Inorganic NPK fertilizer provides higher wheat yields than different levels of farmyard manure (FYM), while increasing FYM ratios increase crop yield and can be used to maintain microbial activity and crop productivity and preserve soil fertility (Chandra et al. 2022).

Effective bacterial inoculants can reduce or eliminate the use of chemical fertilizers. Indeed, the use of PGPR with a low fertilizer rate is an environmentally friendly step and would be a viable supplementary strategy to further increase crop yields. For maximum benefit, applying PGPR in combination with low rates of mineral and organic fertilizers, as a suitable complementary strategy, can contribute to fertilizer savings, the conservation of natural resources and the environment, and agricultural sustainability.

Table 2. Effects of applications on yield and quality parameters in bread wheat plants.

Treat-ments	Grain yield (kg ha^{-1})	Biomass Straw yield (t ha^{-1})	Biological yield (t ha^{-1})	Thousand grain weight (g)	Hectoliter Weight (kg 100 L)	Protein content (%)
Control	5567±221 c	12.04±0.31d	17.60±0.53 e	37.83±0.93 c	76.05±0.78 d	12.25±0.39 c
FM	6537±159 b	13.77±0.24c	20.31±0.40 d	43.32±0.20 b	85.50±0.42 c	13.30±0.15 b
MF	6691±223 ab	14.32±0.56 bc	21.01±0.59 cd	43.78±0.37 b	84.44±0.96 b	13.42±0.28 b
NP	7005±269 a	15.06±0.26 a	22.11±0.19 ab	44.48±0.49 a	86.57±0.97 ab	13.88±0.16 a
E1	7038±359 a	15.18±0.51 a	22.40±0.72 a	44.57±0.52 a	86.93±0.96 a	13.47±0.25 ab
E2	7013±248 a	14.81±0.11ab	21.83±0.33a-c	43.45±0.55 b	85.18±1.03 bc	13.33±0.18 b
E3	6843±106 ab	14.59±0.42 ab	21.43±0.32 bc	43.30±0.45 b	84.16±0.97 c	13.23±0.11 b
Average	**6682±542**	**14.43±0.11**	**20.96±1.60**	**42.96±2.25**	**84.12±3.59**	**13.28±0.48**

Values are means±SE; Different letters within the same column indicate significant differences according to Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$)

Acknowledgements

This study was supported financially by a grant (TOVAG; project 123O044) from the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBİTAK). The authors thank TUBİTAK for their financial support.

REFERENCES

Angulo, J., Martínez-Salgado, M.M., Ortega-Blu, R., Fincheira, P. (2020). Combined effects of chemical fertilization and microbial inoculant on nutrient use efficiency and soil quality indicators. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 375 – 380.

Aslan, H., Barut, H., Aykanat, S., Hekimoğlu, E.G. (2020). Buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan biyolojik gübre uygulamalarının verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *8*(12), 2635-2642.

Attia, M.A., El Salam, A.A. (2016). Effect of mineral, organic and bio- fertilizer on yield and yield components of bread wheat at Siwa Oasis. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 61(3), 211-219.

Bo, B., He, Q., Lan, Y., Li, J., Liu, H., Li, X., Wang, H. (2025). Reducing mineral fertilizer can ımprove the soil quality and ıncrease the wheat yield and nutrient utilization efficiency: the fertilizing effect of organic–ınorganic compound fertilizers. *Agriculture, 15*(12), 1294.

Chandra, P., Gill, S.C., Prajapat, K., Barman, A., Chhokar, R.S., Tripathi, S.C., Singh, G., Kumar, R., Rai, A.K., Khobra, R., et al. (2022). Response of wheat cultivars to organic and inorganic nutrition: effect on the yield and soil biological properties. *Sustainability*, 14, 9578.

Chen, Y., Li, S., Liu, N., He, H., Cao, X., Lv, C., Zhang, K., Dai, J. (2021). Effects of different types of microbial inoculants on available nitrogen and phosphorus, soil microbial community, and wheat growth in high-P soil. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 23036–23047

Çakmakçı, R. (2019a). A review of biological fertilizers current use, new approaches, and future perspectives. *International Journal of Innovative Science Engineering and Technology*, 5(7), 83-92.

Çakmakçı, R. (2019b). Effects of organic versus conventional management on bacterial population and pH in tea orchards soils. M.R. Karaman, E.I. Orhan, E. Zorba, N. Konar (Eds). In Proceedings of the 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport, Natural (231–239), Ankara, Türkiye.

Çakmakçı, R., Haliloglu, K., Türkoğlu, A., Özkan, G., Kutlu, M., Varmazyari, A., Molnar, Z., Jamshidi, B., Pour-Aboughadareh, A., Bocianowski, J. (2023). Effect of different plant growth-promoting rhizobacteria on biological soil properties, growth, yield and quality of oregano (*Origanum onites* L.). *Agronomy*, 13, 2511.

Çakmakçı, R., Mosber, G., Milton, A.H., Alatürk, F., Ali, B. (2020). The effect of auxin and auxin-producing bacteria on the growth, essential oil yield, and composition in medicinal and aromatic plants. *Current Microbiology*, 77 (4), 564–577.

Çakmakçı, R., Turan, M., Kıtır, N., Güneş, A., Nikerel, E., Özdemir, B.S., Yıldırım, E., Olgun, M., Topçuoğlu, B., Tüfenkçi, Ş., Karaman, M.R., Tarhan, L., Mokhtari, N.E.P. (2017). The Role of Soil Beneficial Bacteria in Wheat Production: A Review, in**:** *Wheat Improvement, Management and Utilization*, Wanyera, R., Owuoche, J. (Eds), In Tech Open Science, Chapter 7, pp.115-149.

Esmaeilian, Y., Amiri, M.B., Tavassoli, A., Caballero-Calvo, A., Rodrigo-Comino, J. (2022). Replacing chemical fertilizers with organic and biological ones in transition to organic farming systems in saffron (*Crocus sativus*) cultivation. *Chemosphere*, *307*, 135537.

He, S., Zhang, Y., Yang, X., Li, Q., Li, C., Yao, T. (2024). Effects of microbial inoculants combined with chemical fertilizer on growth and soil nutrient dynamics of Timothy (*Phleum pratense* L.). *Agronomy*, *14*(5), 1016.

Lamlom, S.F., Irshad, A., Mosa, W.F.A. (2023). The biological and biochemical composition of wheat (*Triticum aestivum*) as affected by the bio and organic fertilizers. BMC Plant Biology, 23,111.

Nosheen, S., Ajmal, I. Song, Y. (2021). Microbes as biofertilizers, a potential approach for sustainable crop production. *Sustainability*, 13 (4), 1868.

Othman, J., Khrieba, M., Barbahan, S. (2022). The effect of treatment with bio-fertilizer (*Trichoderma harzianum*) in some morphological and productive traits of potato plants (*Solanum tuberosum*. L). *Syrian Journal of Agricultural Research*, 10(2), 203-214.

Sheirdil, R.A., Hassan, A., Hayat, R., Zhang, X.X., Taimoor, M., Durani, L.A., Mir, S., Khan, A.S. (2023). Wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculation through characterization and identification of soil bacteria. *Journal of Plant Nutrition*, 46, 929-942.

Song, W., Shu, A., Liu, J., Shi, W., Li, M., Zhang, W., Li, Z., Liu, G., Yuan, F., Zhang, S., et al. (2022). Effects of long-term fertilization with different substitution ratios of organic fertilizer on paddy soil. *Pedosphere, 32*, 637–648.

Tirado-Malaver, R.T., Tirado-Lara, R. (2025). Biofertilization with beneficial microorganisms and low rates of chemical fertilization in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) management for sustainable agriculture. *Brazilian Journal of Biology*, 85, e286059.

Ye, L., Zhao, X., Bao, E., Li, J., Zou, Z., Cao, K. (2020). Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality. *Scientific Reports*, 10:17.

Zhang, J., Li S., Jiang, P., Wang, R., Guo, J., Xiao, H., Wu, J., Shaaban, M., Li, Y., Huang, M. (2024). Organic fertilizer substituting 20% chemical N increases wheat productivity and soil fertility but reduces soil nitrate-N residue in drought-prone regions. *Frontiers in Plant Science,*15, 1379485.

Zhao, L., Fu, D., Li, T., Yuan, X., Wang, S., Liu, C., Duan, C. (2025). Temporal variations of N and P losses via surface runoff from Chinese farmland after fertilisation. *Soil and Tillage Research,* 246, 106338.

DETERMINATION OF PHENOLOGICAL AND SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LOCAL TOMATO POPULATIONS COLLECTED FROM THE CENTRAL AND EASTERN BLACK SEA REGION*

Andaç Kutay SAKA
Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 52200 Altınordu, Ordu
ORCID: 0000-0001-5550-1978
Adnan UĞUR
Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 52200 Altınordu, Ordu
ORCID: 0000-0001-6015-3146

ABSTRACT

In this research, a total of 58 tomato genotypes were used, consisting of 54 genotypes collected from the provinces of Artvin, Giresun, Ordu, Rize, Samsun, and Trabzon in the Central and Eastern Black Sea regions, along with 4 control varieties. The research was conducted in open field conditions at the Research and Application Field of the Faculty of Agriculture, Ordu University, between 2018 and 2020, under the ecological conditions of Ordu. The tomato seeds collected and supplied by seed companies were grown as seedlings in plastic pots containing a 2:1 mixture of peat and perlite. The seedlings were planted at a spacing of 65x50 cm between rows and within rows, with a total of 20 plants per genotype and variety. In the experiment, 6 measurement plants were selected from each genotype, and observations and measurements were performed on these plants. In tomato genotypes, phenological characteristics such as seedling emergence time (days), time to first flowering (days), time to 50% flowering (days), and fruit ripening time (days) were observed, while morphological characteristics such as the presence of anthocyanin formation in hypocotyls, stem diameter (mm), and number of leaves (number/plant) were determined. In the study, seedling emergence periods ranged from 5 to 15 days, while the number of days to first flowering ranged from 8.5 to 31 days. Stem diameters in the tomato genotypes studied ranged from 10.02 to 20.04 mm, while leaf numbers ranged from 11.7 to 17.9. The fruit ripening period, which is the time from seedling planting to the first harvest, was determined to be between 85 and 107 days. The study aimed to identify early and late tomato varieties and genotypes with short germination periods for use in tomato variety development studies, thereby supporting material selection in breeding studies.

Keywords: Blooming period, phenology, seedling emergence period, genotype, stem diameter

*This work consists of part of the first author's doctoral thesis.

ORTA VE DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEN TOPLANAN YERLİ DOMATES GENOTİPLERİNİN FENOLOJİK VE BAZI MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ*

ÖZET

Bu araştırmada; Orta ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde bulunan Artvin, Giresun, Ordu, Rize, Samsun ve Trabzon illerinden toplanan 54 adet genotip ve 4 kontrol çeşidi olmak üzere toplam 58 domates genotipi kullanılmıştır. Araştırma, Ordu ekolojik koşullarında 2018-2020 yılları arasında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama alanında açık arazi şartlarında gerçekleştirilmiştir. Toplanan ve tohum firmalarından tedarik edilen domates tohumları 2:1 oranında hazırlanan torf:perlit karışımı içeren plastik viyollerde fide olarak yetiştirilmiştir. Fidelerin dikim işlemi her genotip ve çeşitten toplam 20 bitki olacak şekilde 65x50 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafesi ile gerçekleştirilmiştir. Denemede her genotipten 6 adet ölçüm bitkisi belirlenerek gözlem ve ölçümler bu bitkilerde gerçekleştirilmiştir. Domates genotiplerinde fenolojik özelliklerden fide çıkış süresi (gün), ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), %50 çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), meyve olgunlaşma süresi (gün) gözlemlenirken morfolojik özelliklerden hipokotillerde antosiyanin oluşumunun varlığı, gövde çapı (mm) ve yaprak sayısı (adet/bitki) özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada fide çıkış süreleri 5-15 gün arasında değişim gösterirken ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı ise 8.5-31 gün arasında gözlemlenmiştir. Çalışmada incelenen domates genotiplerinde gövde çapları 10.02-20.04 mm arasında değişim gösterirken yaprak sayıları ise 11.7-17.9 arasındadır. Fide dikiminden ilk hasada kadar geçen sürenin belirlendiği meyve olgunlaşma süresi özelliği ise 85-107 gün aralığında belirlenmiştir. Çalışmada, domates çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılacak erkenci, geçci domates çeşit adaylarının ve çimlenme süresi kısa genotiplerin belirlenerek ıslah çalışmalarında materyal seçimine destek vermesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çiçeklenme süresi, fenoloji, fide çıkış süresi, genotip, gövde çapı

*Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir kısmından oluşmaktadır.

1. INTRODUCTION

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), belonging to the Solanaceae family, is one of the most widely cultivated and consumed vegetable species worldwide. Originating in the Andes Mountains region of South America, tomatoes were brought to Europe in the 16th century and became a secondary center of diversification, particularly in Mediterranean countries (Bergougnoux, 2014). Today, tomatoes are globally important for both fresh consumption and the food industry, with world tomato production reaching approximately 192.5 million tons in 2023 (FAO, 2023). Turkey holds an important position in global tomato production with an

annual output of 13 million tons and is a strategic country in terms of both table and industrial tomato cultivation.

Tomatoes are a species that has experienced serious genetic bottlenecks during the process of domestication and intensive breeding (Corrado et al., 2014). While modern commercial varieties have suffered a loss of genetic diversity due to breeding programs focused on yield and uniformity, significant genetic variation still exists in local genotypes. Local tomato populations or genotypes are genetic resources that have been adapted by local farmers over centuries to specific ecological conditions and possess valuable traits such as unique taste, aroma, nutritional value, and stress tolerance (Cebolla-Cornejo et al., 2013; García-Martínez et al., 2013; Casanas et al., 2017). In general, local varieties are cultivated forms of a domesticated plant species that have adapted locally due to geographical isolation. Recently, greater importance has been placed on the cultural value of local varieties, their sensory characteristics such as appearance, taste, and aroma, their gastronomic value, and their specific transformation processes and uses. In the past, agricultural production systems relied on local varieties, but since the 19th century, these have been increasingly replaced by more specialized genetic resources (Caramante et al., 2024).

The characterization of plant genetic resources is critical for the management of gene banks, the selection of breeding materials, and the conservation of genetic diversity. In this context, important studies have been conducted to evaluate local tomato collections (Sacco et al., 2015; Parisi et al., 2016; Nankar et al., 2020; Blanca et al., 2022; Pons et al., 2022; Important studies have been conducted on the morphological and phenological characterization of tomato genotypes collected from different regions of Turkey (Turhan and Şeniz, 2009; Henareh et al., 2015; Sönmez et al., 2015; Kabaş et al., 2018; Öztürk, 2022; Güngör et al., 2023; Binbir and Duman, 2024; Özmaya et al., 2025). Sönmez et al. (2015) determined the degrees of relatedness by examining the morphological and phenological characteristics of local table tomato genotypes.

Demir and Ünlü (2023) evaluated 22 different morphological characters of beef-type tomato lines according to UPOV criteria and found that genotypes showed significant variation in traits such as leaf length, leaf width, and internode length. Similarly, Kurt (2019) emphasized in his study on the selection and morphological characterization of local tomato genotypes that determining phenological stages provides important information for breeding programs. Phenological traits define the growth and development stages of plants and play a critical role in understanding their adaptation to environmental conditions. In tomatoes, phenological stages are classified as the young seedling stage, vegetative growth, flowering and fruit set, fruit

development and ripening, and harvest stage. In open field cultivation, vegetative growth covers the first 40-45 days after planting, while flowering begins 20-40 days after planting, depending on the variety and environmental conditions. Determining these periods is important for both planning cultivation practices and evaluating the adaptation of genotypes to different environmental conditions.

Global climate change has become one of the most serious threats to agricultural production systems and food security. Temperature increase is a significant abiotic stress factor, especially for warm-climate vegetables such as tomatoes (Hoshikawa et al., 2021). High temperatures cause serious losses in yield and fruit quality by reducing pollen viability, especially during flowering and fruit set. Adapting to climate change requires the development of resilient plant varieties. Local genotypes have the potential to carry valuable alleles for stress tolerance. Scarano et al. (2020), in their study on the selection of local tomato varieties with high yield and nutritional quality under high temperature conditions, found that some local genotypes showed a marked tolerance to heat stress. The TomGEM project, supported by the European Union, aimed to develop heat-tolerant tomato varieties to combat climate change and identified 18 superior genotypes (Bouzayen, 2021).

The Central and Eastern Black Sea Region is not only one of Turkey's important tomato production areas but also possesses a rich genetic diversity in terms of local tomato populations. However, there are limited studies on the systematic determination and characterization of the phenological and morphological characteristics of local genotypes collected from this region. This research aims to determine the phenological and morphological characteristics of local tomato genotypes collected from the Central and Eastern Black Sea Region according to UPOV criteria and to reveal the distinguishing characteristics of the genotypes. It also aims to identify valuable genetic materials that can be used in future breeding programs, enrich our country's gene banks with regard to tomatoes, an important vegetable species, and provide material for future breeding programs.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Plant Material

The study examined a total of 58 tomato genotypes, including 4 commercial varieties commonly grown in our country and 54 local genotypes collected from provinces in the Central and Eastern Black Sea regions (Table 1). When obtaining the genotypes, preference was given to tomato genotypes that had been grown by farmers in the region for many years and whose seeds were collected annually for production. Additionally, assistance was obtained from

Provincial and District Agricultural Directorates, agricultural chambers, and individuals at local public bazaars.

Table 1. Genotypes and varieties used in the research

Code	Province-District	Elevation (m)	Code	Province-District	Elevation (m)
A1	Artvin-Merkez	345	S1	Samsun-Atakum	610
A2	Artvin-Merkez	345	S2	Samsun-Atakum	610
A3	Artvin-Merkez	345	S3	Samsun-Atakum	148
A4	Artvin-Merkez	345	S4	Samsun-Atakum	148
A5	Artvin-Merkez	345	S5	Samsun-Bafra	15
A6	Artvin-Merkez	345	S6	Samsun-Bafra	15
A7	Artvin-Borçka	363	S7	Samsun-Bafra	15
A9	Artvin-Yusufeli	600	S9	Samsun-Merkez	90
G2	Giresun-Merkez	10	S10	Samsun-Ondokuzmayıs	5
G4	Giresun-Bulancak	10	S11	Samsun-Ondokuzmayıs	5
G5	Giresun-Espiye	10	S12	Samsun-Ondokuzmayıs	5
G6	Giresun-Şebinkarahisar	1350	S13	Samsun-Ondokuzmayıs	5
G7	Giresun-Şebinkarahisar	1350	S14	Samsun-Terme	10
G8	Giresun-Şebinkarahisar	1352	S15	Samsun-Vezirköprü	330
G9	Giresun-Tirebolu	50	S16	Samsun-Vezirköprü	330
O1	Ordu-Merkez	6	S17	Samsun-Vezirköprü	330
O2	Ordu-Merkez	6	S18	Samsun-Vezirköprü	600
O3	Ordu-Altınordu	5	T1	Trabzon-Akçaabat	10
O4	Ordu-Kabadüz	1900	T2	Trabzon-Akçaabat	10
O5	Ordu-Fatsa	10	T3	Trabzon-Akçaabat	10
O6	Ordu-Perşembe	342	T4	Trabzon-Araklı	200
O7	Ordu-Perşembe	0	T5	Trabzon-Araklı	200
O8	Ordu-Ünye	10	T7	Trabzon-Arsin	250
O9	Ordu-Ünye	10	Ç1	H2274	Commercial varieties
O10	Ordu-Ünye	10	Ç2	SC-2121	
O11	Ordu-Ünye	234	Ç3	Margol F1	
O12	Ordu-Ünye	125	Ç4	Ege pembesi	
R1	Rize-Merkez	210			
R2	Rize-Ardeşen	10			
R3	Rize-Çayeli	10			
R4	Rize-Hemşin	350			

2.2. General information about the research area

The research was conducted between 2018 and 2019 at the Research and Application Field of the Faculty of Agriculture, Ordu University. The experimental area is located at an altitude of 6 m, at 40°58' N, 37°56' E. The temperature, total precipitation, and humidity values recorded during the research period are given in Table 2. All cultural practices were carried out thoroughly during the necessary soil preparation and cultivation periods in the experimental field where the research was conducted. A drip irrigation system was used in the experimental field, and the necessary fungicides and insecticides were applied to the plants during the cultivation periods to combat diseases and pests.

Table 2. Meteorological values related to temperature (°C), total precipitation (mm), and average humidity (%) for the research area

			June	July	August	September	October	Avg.
	Temperature (°C)	Max	29.2	30.3	31.4	30.1	25.5	**29.3**
		Min.	15.0	19.3	19.2	13.9	7.7	**15.0**
2018		Avg.	22.6	25.0	25.1	21.9	18.4	**22.6**
		Total rainfall (mm)	37.4	109.0	34.0	95.4	126.7	**80.5**
		Avg humidty (%)	73.8	76.3	71.7	76.2	81.4	**75.8**
	Temperature (°C)	Maks.	29.6	28.9	29.8	27.6	30.5	**29.2**
		Min.	16.2	15.8	17.6	11.8	13.5	**14.9**
2019		Avg.	23.5	23.3	23.7	21.0	18.4	**21.9**
		Total rainfall (mm)	50.2	86.4	91.0	58.3	152.7	**87.7**
		Avg. humidity (%)	77.1	73.2	77.3	76.0	82.6	**77.2**
Many years (1980-2018)	Temperature (°C)	Max	37.3	37.1	36.3	36.4	34.2	**36.2**
		Min.	9.6	13.3	13.0	9.2	4.0	**9.8**
		Avg.	20.6	23.5	24.0	20.6	16.5	**21.0**
		Total rainfall (mm)	70.8	60.5	63.6	82.5	140.6	**83.6**
		Avg. humidity (%)	72.0	71.8	71.7	72.2	74.2	**72.3**

2.3. Method

The seeds of the collected tomato genotypes and the obtained variety seeds were sown in trays containing a 2:1 ratio of peat:perlite mixture. Watering and maintenance procedures were fully carried out on the seedlings, and they were transplanted to the field on June 4, 2018, in the first trial year, and on June 1 in the second trial year. In the study, a total of 20 plants from each genotype and variety were planted with a row spacing of 65x50 cm. Six measurement plants were selected from each genotype in the trial, and observations and measurements were performed on these plants.

2.3.1. Phenological observations

After tomato seedlings that had reached the four-leaf stage were planted in open fields, tomato characterization criteria specified by UPOV (2013) were considered in phenological and morphological characterization. Phenological observations were recorded in both trial years, and the number of days for each trait was determined by taking the averages of these values.

Time to first flowering (days): The time taken for the first flowering to occur in tomato plants was observed.

Time to 50% flowering (days): The time taken for flowering to occur in 50% of tomato plants was determined.

Seedling emergence period (days): The seedling emergence periods for each genotype after germination in trays were determined in days.

Fruit ripening period (days): This was determined by calculating the number of days from seedling planting to the first harvest date. The values found have been grouped according to UPOV criteria; (1): very early 50-55 days, (2): early 55-60 days, (3): medium 60-70 days, (4): late 70-75 days, (5): very late >75 days.

2.3.2. Morphological observations

Anthocyanin formation in hypocotyls: Anthocyanin formation in hypocotyls is grouped as (0): Absent, (1): Present.

Anthocyanin formation in the stem: (1): (0): Absent, (1): Present

Stem diameter (mm): Stem diameters (mm) were measured using a digital caliper (Insize 1112, Germany) accurate to 0.01 mm at five different stages: during the seedling stage, at three harvest stages, and before uprooting. Measurements were taken at the midpoint between the first and second nodes on the main stem of all measured plants.

Number of leaves (per plant): The number of leaves capable of photosynthesis (excluding yellowed, dried, or damaged leaves) on each measurement plant was counted five times at 15-day intervals, and the number of leaves on the plant was determined.

2.4. Data evaluation

The data obtained from the phenological observations and quantitative morphological characteristics were analyzed using descriptive basic statistics (mean, standard error, standard deviation, maximum and minimum values, coefficient of variation) in the SPSS 25.0 software package.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Basic statistical values of the characteristics examined in the study

Simple statistical values for the phenological and some morphological characteristics of the local tomato genotypes and control varieties examined in the study are given in Table 3.

Table 3. Descriptive statistics for traits identified in tomato genotypes

Traits	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation (±)	Coefficient of Variation
Seedling Emergence Period (days)	5.00	15.00	10.26	0.32	0.24
Time to First Flowering (days)	4.84	12.67	8.63	0.18	0.16
Time to 50% Flowering (days)	15.00	37.00	27.19	0.66	0.19
Fruit Ripening Period (days)	55	77	67.10	0.66	0.05
Stem Diameter (mm)	10.02	20.04	15.15	0.17	0.14
Number of Leaves (number)	11.70	17.90	13.93	0.13	0.08

The highest coefficient of variation in terms of characteristics was determined in seedling emergence time (0.24), while the lowest coefficient of variation was determined in fruit ripening time (0.05) (Table 3). Lazaro (2018), in his study on tomato genotypes, calculated the highest coefficient of variation (0.40) in fruit weight, followed by yield and titratable acidity traits. Mellidou et al. (2020) reported that morphological descriptions of 33 tomato genotypes yielded the highest coefficient of variation for the fruit cross-section shape trait. When the simple

statistical analysis data for tomato genotypes were examined, it was found that phenological observations produced high variation, except for fruit ripening time. In addition to phenological characteristics, the stem diameter trait was also found to have a high coefficient of variation.

3.2. Phenological findings

The data from the first and second trial years of the phenological observations in the study are presented in Table 4. When examining the seedling emergence periods of the tomato genotypes and varieties studied, the earliest seedling emergence period was determined to be 5 days, and the latest seedling emergence period was determined to be 15 days (Table 4). The contribution of the seedling emergence period to the variation was 24.1%. In a study investigating seedling emergence times in Romanian tomato genotypes, the longest average emergence time was recorded as 17 days in one of the 9 tomato genotypes, while the other varieties showed an average emergence time between 8 and 10 days (Iordachescu et al., 2021). The G9 genotype examined in the study attracted attention with its early seedling emergence period of 5 days, while the G5, O8, R1, R2, T1, T2, and T3 genotypes were identified as promising genotypes with average seedling emergence periods of 7 days.

According to annual averages, the earliest flowering time was observed in the Ç3 variety at 8.5 days, while the earliest flowering times among genotypes were recorded in the O4, S9, and T4 genotypes at 13 days (Table 4). The longest flowering time occurred in the G4 genotype at 31 days. The contribution of the number of days to first flowering to the variation was determined to be 16.25%. In our study, the average number of days to first flowering for genotypes and varieties was calculated as 20.02 days. Compared to previous studies, early flowering times were observed in some genotypes and late flowering times in others. Kanneh et al. (2017) reported the period until first flowering in tomato genotypes to be between 12 and 19 days, while Jamal et al. (2021) reported 22.7-26.5 days in 4 tomato genotypes, and Srinivasulu and Singh (2021) reported 18.2-27.9 days in 27 tomato genotypes.

When the annual average was taken, the earliest 50% flowering time was detected in the Ç3 genotype at 15 days, while the earliest flowering was observed in the R3 (20), O4 (20.5), S1 (20.5), and T4 (20.5) genotypes, respectively. The longest flowering period was recorded in the G4 genotype with 37 days. The contribution of 50% flowering to variation was calculated as 18.52%.

While the average 50% flowering time obtained from the experiment was 27.1 days, studies examining morphological variations in local tomato genotypes found the 50% flowering time to be an average of 20 days or more (Kanneh et al., 2017; Kouam et al., 2018).

Table 4. Phenological characteristics identified in tomato genotypes

Code	Seedling emergence period (days)			First flowering period (days)			50% flowering time (days)		
	2018	2019	Avg.	2018	2019	Avg.	2018	2019	Avg.
A1	12	14	13	15	21	18	31	29	30
A2	10	14	12	23	18	20.5	38	32	35
A3	12	10	11	18	21	19.5	29	28	28.5
A4	10	7	8.5	19	20	19.5	27	29	28
A5	10	12	11	14	16	15	30	29	29.5
A6	10	7	8.5	27	26	26.5	36	32	34
A7	10	10	10	28	26	27	37	33	35
A9	10	7	8.5	14	17	15.5	25	24	24.5
G2	10	12	11	28	30	29	33	37	35
G4	12	18	15	34	28	31	38	36	37
G5	7	7	7	26	28	27	31	38	34.5
G6	10	12	11	27	24	25.5	35	29	32
G7	16	14	15	21	25	23	27	33	30
G8	14	14	14	26	29	27.5	32	36	34
G9	5	5	5	28	27	27.5	34	32	33
O1	10	7	8.5	18	20	19	26	27	26.5
O2	7	10	8.5	18	21	19.5	25	27	26
O3	10	7	8.5	23	26	24.5	30	33	31.5
O4	10	7	8.5	12	14	13	20	21	20.5
O5	10	7	8.5	24	22	23	30	28	29
O6	12	12	12	19	24	21.5	27	31	29
O7	14	12	13	23	22	22.5	30	30	30
O8	7	7	7	24	24	24	28	30	29
O9	12	12	12	25	23	24	31	30	30.5
O10	10	12	11	16	19	17.5	25	24	24.5
O11	10	10	10	25	26	25.5	32	31	31.5
O12	12	14	13	24	24	24	32	30	31
S1	12	12	12	12	15	13.5	20	21	20.5
S2	12	12	12	17	21	19	25	28	26.5
S3	10	10	10	21	23	22	33	29	31
S4	10	7	8.5	14	17	15.5	23	22	22.5
S5	12	12	12	23	22	22.5	28	28	28
S6	10	10	10	13	16	14.5	21	21	21
S7	10	10	10	16	19	17.5	23	27	25
S9	12	10	11	12	14	13	21	21	21
S10	12	12	12	14	16	15	22	23	22.5
S11	12	14	13	19	19	19	26	25	25.5
S12	10	10	10	13	15	14	21	22	21.5
S13	14	16	15	26	26	26	31	33	32
S14	14	12	13	23	24	23.5	25	29	27
S15	10	10	10	22	24	23	26	31	28.5
S16	10	7	8.5	13	14	13.5	22	22	22
S17	12	12	12	23	26	24.5	35	32	33.5
S18	10	10	10	20	23	21.5	31	29	30
R1	7	7	7	15	16	15.5	21	23	22
R2	7	7	7	17	18	17.5	24	25	24.5
R3	10	12	11	17	15	16	20	20	20
R4	14	12	13	21	20	20.5	25	25	25
T1	7	7	7	19	21	20	25	27	26
T2	7	7	7	12	16	14	21	24	22.5
T3	7	7	7	21	22	21.5	27	27	27
T4	12	14	13	12	14	13	20	21	20.5
T5	10	12	11	21	23	22	25	28	26.5
T7	12	12	12	21	22	21.5	26	29	27.5
Ç1	7	7	7	22	23	22.5	26	29	27.5
Ç2	7	7	7	12	12	12	19	18	18.5
Ç3	5	5	5	8	9	8.5	14	16	15
Ç4	10	12	11	10	9	9.5	18	17	17.5
Minimum	5	5	5	8	9	8.5	14	16	15
Maximum	16	18	15	34	30	31	38	38	37
CV%	22,75	28.70	24.10	28.78	23.86	16.25	20.18	18.18	18.52

In another study on tomato genotypes, the 50% flowering periods ranged from 26.6 to 37.6 days, and the average flowering period was determined to be 30.7 days (Singh and Janeja, 2018). In another tomato characterization study, 50% flowering times were recorded between 26.8 and 35.2 days, and the average 50% flowering time was determined to be 31.1 days (Srinivasulu and Singh, 2021). The 50% flowering times obtained in our study yielded quite early results compared to these findings (Table 4). The fruit ripening times examined in the study for the first and second trial years are given in Table 5. When fruit ripening periods were examined, the shortest ripening period was obtained from the Ç3 genotype with 55 days, while the longest ripening period was obtained from the G4 genotype with 77 days. The average ripening period of the genotypes was determined to be 59.6 days.

Table 5. Fruit ripening period in tomato genotypes

Genotype	2018	2019	Avg.	Genotype	2018	2019	Avg.	Cultivar	2018	2019	Avg.
A1	67	73	70	S1	56	65	60.5	Ç1	62	73	67.5
A2	74	76	75	S2	61	72	66.5	Ç2	55	62	58.5
A3	65	72	68.5	S3	69	73	71	Ç3	54	56	55
A4	63	73	68	S4	59	66	62.5	Ç4	58	57	57.5
A5	66	73	69.5	S5	64	72	68	**Cultivar average**			59.6
A6	72	76	74	S6	57	65	61				
A7	73	77	75	S7	59	71	65				
A9	61	68	64.5	S9	57	65	61				
G2	69	81	75	S10	58	67	62.5				
G4	74	80	77	S11	62	69	65.5				
G5	67	82	74.5	S12	57	66	61.5				
G6	71	73	72	S13	67	77	72				
G7	63	77	70	S14	61	73	67				
G8	68	80	74	S15	62	75	68.5				
G9	70	76	73	S16	58	66	62				
O1	62	71	66.5	S17	71	76	73.5				
O2	61	71	66	S18	67	73	70				
O3	66	77	71.5	R1	57	67	62				
O4	56	65	60.5	R2	60	69	64.5				
O5	66	72	69	R3	56	64	60				
O6	63	75	69	R4	61	69	65				
O7	66	74	70	T1	61	71	66				
O8	64	74	69	T2	57	68	62.5				
O9	67	74	70.5	T3	63	71	67				
O10	61	68	64.5	T4	56	65	60.5				
O11	68	75	71.5	T5	61	72	66.5				
O12	68	74	71	T7	62	73	67.5				
Genotypes average							67.7				

When fruit ripening periods were classified according to UPOV criteria, 1 genotype (1.7%) ripened very early, 2 genotypes (3.5%) ripened early, 38 genotypes (65.5%) ripened mid-season, 14 genotypes (24.1%) ripened late, and 3 genotypes (5.2%) ripened very late (Figure 1). In both years of the study, the earliest maturing genotype was the control variety Ç3. Among the genotypes, the earliest maturing genotype was the R3 genotype, which matured in 60 days. In a study, it was reported that the number of days to maturity varied between 99 and 117.5 days, and the earliest varieties were among the local tomato genotypes (Nawaz et al., 2015).

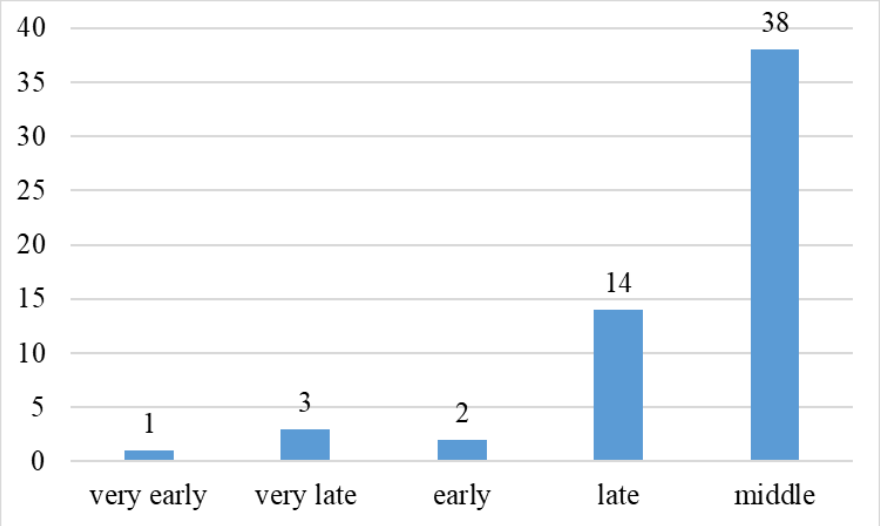


Figure 1. Frequency distribution of fruit ripening time in tomato genotypes

3.3. Morphological findings

Anthocyanin formation was detected in tomato seedlings of all genotypes and control varieties examined in the study during both trial periods. One reason why anthocyanin formation during the seedling stage did not differ between genotypes is thought to be its occurrence in wild species. The findings obtained from our study were consistent with those of Sönmez et al. (2015).

In the stems of the tomato genotypes examined, anthocyanin formation was observed in 17 genotypes (29.3%) from the time of planting, while it was not observed in 41 genotypes (70.7%) (Figure 2).

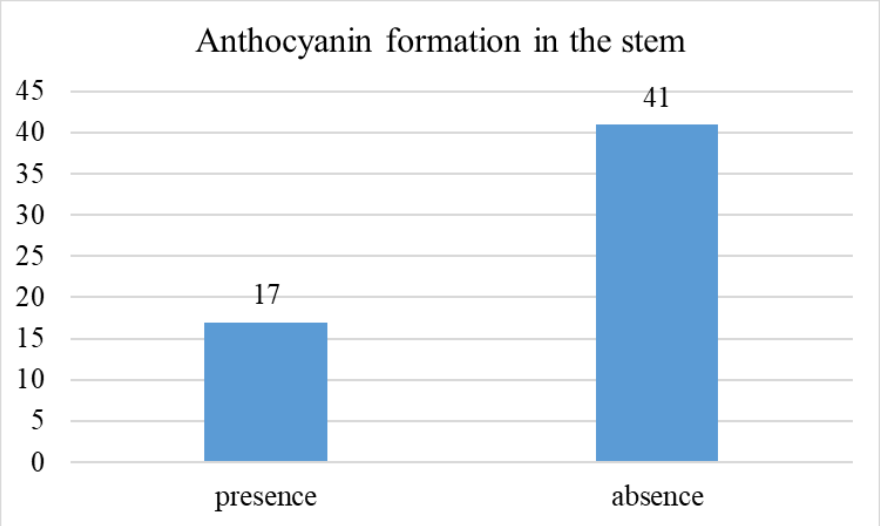


Figure 2. Frequency distribution of anthocyanin formation in the stem of tomato genotypes

Plants can accumulate anthocyanins in their stems as a defense mechanism under osmotic stress conditions and low temperatures (Chalker-Scott, 1999).

In plant tissues, anthocyanins function as protective compounds triggered by various environmental stimuli such as UV radiation, blue light, high-intensity light, drought stress, nutrient deficiencies, plant injuries, and pathogen attacks (Winkel Shirley, 2001; Gould, 2004). As a secondary metabolite, anthocyanin plays an important role in plants' environmental adaptation and overcoming stress conditions (Akula and Ravishankar, 2011).

Anthocyanin formation in the stem of tomato plants is an important defense mechanism against biotic and abiotic stress conditions and environmental factors. The 17 tomato genotypes that produce anthocyanin in the stem will assist researchers in developing varieties and breeding programs that respond to stress factors. Salim et al. (2020) detected the presence of anthocyanin in 45.5% of the tomato genotypes they studied.

When the stem diameter values of tomato genotypes were examined, the average stem diameter of the genotypes was found to be 15.15 mm (Table 6). Stem diameters of the genotypes ranged from 10.02 (T3) to 20.04 (G7) mm. Kouam et al. (2018), found stem diameters ranging from 14.60 to 17.57 mm in their morphological characterization study of tomato genotypes. When the number of leaves in the study was examined, the average for the genotypes was found to be 13.9 (Table 6). The number of leaves for the genotypes ranged from 11.2 to 19.2 in 2018, 11.6 to 16.6 in 2019, and 11.7 to 17.9 on average over the years, with the highest number of leaves observed in the R3 genotype and the lowest in the A4 genotype (Figure 3).

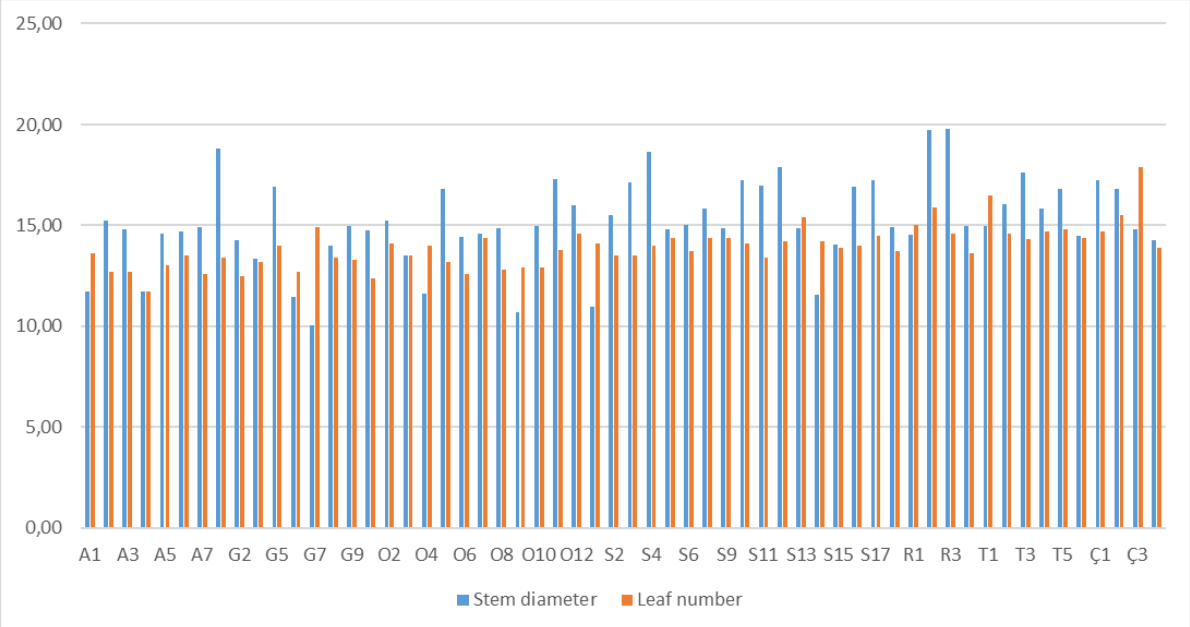


Figure 3. Values for stem diameter (mm) and number of leaves (count) in tomato genotypes

Ronga et al. (2021), determined in their studies examining native tomato genotypes cultivated for many years that the number of leaves ranged between 40 and 75.

Table 6. Values for stem diameter (mm) and number of leaves (number) in tomato genotypes

Genotype	Stem diameter (mm)	Number of leaves (number)
A1	11.73	13.6
A2	15.25	12.7
A3	14.81	12.7
A4	11.75	11.7
A5	14.62	13
A6	14.70	13.5
A7	14.91	12.6
A9	18.81	13.4
G2	14.27	12.5
G4	13.34	13.2
G5	16.92	14
G6	11.48	12.7
G7	10.07	14.9
G8	13.98	13.4
G9	14.96	13.3
O1	14.74	12.4
O2	15.26	14.1
O3	13.52	13.5
O4	11.59	14
O5	16.79	13.2
O6	14.40	12.6
O7	14.60	14.4
O8	14.85	12.8
O9	10.68	12.9
O10	14.97	12.9
O11	17.30	13.8
O12	16.01	14.6
S1	10.99	14.1
S2	15.50	13.5
S3	17.12	13.5
S4	18.63	14
S5	14.82	14.4
S6	15.00	13.7
S7	15.86	14.4
S9	14.89	14.4
S10	17.24	14.1
S11	16.99	13.4
S12	17.87	14.2
S13	14.86	15.4
S14	11.57	14.2
S15	14.08	13.9
S16	16.89	14
S17	17.26	14.5
S18	14.92	13.7
R1	17.24	14.7
R2	16.80	15.5
R3	14.80	17.9
R4	14.26	13.9
T1	14.51	15
T2	19.75	15.9
T3	19.76	14.6
T4	14.95	13.6
T5	14.96	16.5
T7	16.07	14.6
Ç1	17.61	14.3
Ç2	15.84	14.7
Ç3	16.78	14.8
Ç4	14.46	14.4
Average±Std. Deviation	**15.15±0.17**	**13.9±0.13**
Minimum	10.02	11.7
Maximum	20.04	17.9
% CV	14.59	8.00

The low number of leaves obtained in our study can be attributed to the fact that the study was conducted in open fields, and therefore leaves damaged by diseases and pests were continuously pruned, as well as to the genetic characteristics of the genotypes.

CONCLUSIONS

The study utilized 54 local tomato genotypes collected from the Central and Eastern Black Sea regions, 3 commercial standard varieties, and 1 hybrid variety. The aim was to identify phenological and certain morphological characteristics in these genotypes and varieties, particularly to identify genotypes suitable for breeding studies. The presence of anthocyanin, which plays an important role in the formation of defense mechanisms against environmental factors and stress conditions, was observed in all genotypes during the seedling stage and was detected in 17 genotypes during the cultivation stage.

The G9 genotype examined in the study attracted attention with its 5-day early seedling emergence period, while the G5, O8, R1, R2, T1, T2, and T3 genotypes were defined as promising genotypes with an average seedling emergence period of 7 days. In addition, the O4, S9, and T4 genotypes, which had the earliest flowering period (13 days), and the G4 genotype, which had the longest flowering period (31 days), stood out in terms of early and late variety development materials.

The Ç3 hybrid tomato variety, expected to be the earliest in terms of fruit ripening time, ranks first (55 days), while the earliest genotype (60 days) is the R3 genotype. Cultivation of this genotype is recommended in growing regions with short vegetation periods. The G4 genotype, which ripens 17 days later than the earliest genotype, was the latest genotype.

Within the scope of this research, the characteristics of the local tomato genotypes tested in terms of phenological and some morphological characteristics were successfully revealed. The findings and results obtained from this study will guide researchers in variety development studies.

REFERENCES

Akula, R., Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. Plant signaling & Behavior 6(11), 1720-1731.

Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. Biotechnology Advances 32(1), 170-189.

Binbir, S., Duman, İ. (2024). Türkiye Domates Genetik Kaynaklarının Agromorfolojik Karakterizasyonu. ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 34(Özel Sayı), 52-61.

Blanca, J., Pons, C., Montero-Pau, J., Sanchez-Matarredona, D., Ziarsolo, P., Fontanet, L., ... Granell, A. (2021). European vintage tomatoes galore: a result of farmers combinatorial assorting/swapping of a few diversity rich loci. bioRxiv 1-38.

Bouzayen, M. (2021). TomGEM Project: Genetics and Epigenetics of Tomato Fruit Quality Traits and Metabolites. EU Research and Innovation.

Caramante, M., Rouphael, Y., Corrado, G. (2024). Genetic diversity among and within tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces grown in Southern Italy. Genetic Resources and Crop Evolution 71(1), 157-166.
Casañas, F., Simó, J., Casals, J., Prohens, J. (2017) Toward an evolved concept of landrace. Front Plant Science 8, 145.
Cebolla Cornejo, J., Rosello, S., Nuez, F. (2013). Phenotypic and genetic diversity of Spanish tomato landraces. Scientia Horticulturae 162, 150-164.
Chalker Scott, L. (1999). Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. Photochemistry and Photobiology 70(1), 1-9.
Corrado, G., Caramante, M., Piffanelli, P., Rao, R. (2014). Genetic diversity in Italian tomato landraces: Implications for the development of a core collection. Scientia Horticulturae 168, 138-144.
Demir, Ö., Ünlü, H. (2023). Bazı beef tipi domates hatlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 18(1), 59-65.
FAO. (2023). Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
Garcia-Martinez, S., Corrado, G., Ruiz, J. J. (2013). Diversity and structure of a sample of traditional Italian and Spanish tomato accessions. Genetics Resources and Crop Evolution 60, 789-798.
Gould, K. S. (2004). Nature's Swiss army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. Journal of Biomedicine and Biotechnology 2004(5), 314.
Güngör, R., Başak, H., Aydın, A. (2023). S2 kademesindeki domates genotiplerinin morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2), 152-163.
Henareh, M., Dursun, A., Mandoulakani, B. A. (2015). Genetic diversity in tomato landraces collected from Turkey and Iran revealed by morphological characters. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 14(2), 87-96.
Hoshikawa, K., Pham, D., Ezura, H., Schafleitner, R., Nakashima, K. (2021). Genetic and molecular mechanisms conferring heat stress tolerance in tomato plants. Frontiers in Plant Science 12, 786688.
Iordachescu, M., Udrişte, AA., Jerca, O., Badulescu, L. (2021). Seedling Emergence Comparison of Several Romanian Tomato and Pepper Varieties. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture 78(1), 76-82.
Jamal, M., Nabi, G., Ullah, I., Basit, A., Ahmad, N., Shah, S. A. A., Ahmad, I., Khan, N., … Khan, N. A. (2021). Assessing morpho-physiological traits of Solanum lycopersicum L. genotypes in response to seedlings transplantation intervals. Pure and Applied Biology (PAB) 10(4), 1070-1079.
Kabaş, A., Boyacı, H. F., Özalp, R., Gölükçü, M., Unlu, A. (2018). Determination of some morphological and quality traits of Turkish local tomato genotypes. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Plant Breeding in Horticulture 1282 (pp. 207-212).
Kanneh, S. M., Quee, D. D., Ngegba, P. M., Musa, P. D. (2017). Evaluation of tomato (Solanum lycopersicum L.) genotypes for horticultural characteristics on the upland in Southern Sierra Leone. Journal of Agricultural Science 9(6), 213-213.
Kouam, E. B., Dongmo, J. R., Djeugap, J. F. (2018). Exploring morphological variation in tomato (*Solanum lycopersicum*): A combined study of disease resistance. genetic divergence and association of characters. Agricultura Tropica et Subtropica 51(2), 71-82.
Kurt, T. (2019). Yerel domates genotiplerinin seleksiyonu ve morfolojik karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
Lazaro, A. (2018). Tomato landraces: an analysis of diversity and preferences. Plant Genetic Resources 16(4), 315-324.
Mellidou, I., Krommydas, K., Nianiou-Obeidat, I., Ouzounidou, G., Kalivas, A., Ganopoulos, I. (2020). Exploring morpho-physiological profiles of a collection of tomato (*Solanum lycopersicum*) germplasm using multivariate statistics. Plant Genetic Resources 18(2), 88-97.
Nankar, A. N., Tringovska, I., Grozeva, S., Ganeva, D., Kostova, D. (2020). Tomato phenotypic diversity determined by combined approaches of conventional and high-throughput tomato analyzer phenotyping. Plants 9(2), 197.
Nawaz, S., Chaudry, Z., Bibi, A., Jan, S. A., Bibi, K. (2015). Agromorphological and molecular characterization of local tomato cultivars grown in Pakhal region of Pakistan using RAPD markers. Middle-East Journal of Scientific Research 23(5), 856-860.

Özmaya, M., Paksoy, M., Kayak, N., Mutlu, A. (2025). Türkiye ve Kırgızistan'dan Derlenen Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin Morfolojik Olarak İncelenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 40(1), 73-85.
Öztürk, H. İ. (2022). Morphological and molecular characterization of some Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes collected from Erzincan Province of Turkey. Molecular Biology Reports 49(7), 7111-7121.
Parisi, M., Aversano, R., Graziani, G., Ruggieri, V., Senape, V., Sigillo, L., Barone, A. (2016). Phenotypic and molecular diversity in a collection of 'Pomodoro di Sorrento'Italian tomato landrace. Scientia Horticulturae 203, 143-151.
Pons, C., Casals, J., Palombieri, S., Fontanet, L., Riccini, A., Rambla, J. L., ... & Granell, A. (2022). Atlas of phenotypic, genotypic and geographical diversity present in the European traditional tomato. Horticulture Research 9, uhac112.
Ronga, D., Caradonia, F., Vitti, A., Francia, E. (2021). Agronomic comparisons of heirloom and modern processing tomato genotypes cultivated in organic and conventional farming systems. Agronomy 11(2), 349.
Sacco, A., Ruggieri, V., Parisi, M., Festa, G., Rigano, M. M., Picarella, M. E., ..., Barone, A. (2015). Exploring a tomato landraces collection for fruit-related traits by the aid of a high-throughput genomic platform. PLoS One 10(9), e0137139.
Salim, R., Rashid, M. H., Hossain, M. M., Zakaria, M. (2020). Morphological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 19(3), 233-240.
Scarano, A., Olivieri, F., Gerardi, C., Liso, M., Chiesa, M., Chieppa, M., Frusciante, L., Barone, A., Santino, A., Rigano, M. M. (2020). Selection of tomato landraces with high fruit yield and nutritional quality under elevated temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture 100(6), 2791-2799.,
Singh, H., Janeja, H. S. (2018). Assessment of genetic variability in elite germplasm of tomato. Plant Archives 18(2), 2803-2806.
Sönmez, K., Oğuz, A., Özdamar, K., Ellialtıoğlu, Ş. (2015). Bazı yerel sofralık domates genotiplerinin morfolojik ve fenolojik olarak akrabalık derecelerinin belirlenmesi. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences 25(1), 24-40.
Srinivasulu, B., Singh, P. K. (2021). Growth and yield performance of diverse genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding 12(1), 183-187.
Turhan, A., Şeniz, V. (2009). Türkiye'de yetiştirilen bazı domates gen kaynaklarının verim, meyve ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences 23(50), 52-59.
UPOV. (2013). International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Guidelines for the conduct of tests for distinctness. uniformity and stability tomato (*Solanum lycopersicum* L.), Geneva. https://www.upov.int/portal/index.html.en-
Winkel Shirley, B. (2001). Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. Plant Physiology 126(2), 485-493.

ENDÜSTRİYEL ATIKSUYUN MİKROALGAL BİYOKÖMÜR UYGULAMASI İLE İYİLEŞTİRLMESİ

Mehmet Hamis DOGRUER
Aksaray University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering Aksaray
ORCID: 0009-0009-8392-8608
Fatma GÜRBÜZ
Aksaray University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering Aksaray
ORCID: 0000-0003-3561-3889
Fatmagül Özge UYSAL
Isparta Applied Sciences University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Instrument and Technologies Engineering Isparta
ORCID: 0000-0001-7764-7580
Önder UYSAL
Isparta Applied Sciences University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Instrument and Technologies Engineering Isparta
ORCID: 0000-0001-8018-5260
Günay ÖZBAY
Aksaray University, Engineering Faculty, Department of Endustriyal Engineering Aksaray
ORCID: 0000-0002-7951-8421
Tolga BAHADIR
Aksaray University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering Aksaray
ORCID: 0000-0001-9647-0338

ÖZET

Suların kalitesinin iyileştirilmesinde, düşük maliyetli, çevre dostu biyokömür teknolojisi atık su ıslahında kullanımı son yıllarda ilgi çekmektedir. Atık su arıtımının bir parçası olarak mikroalgler de dâhil olmak üzere farklı hammaddelerden üretilen biyokömürler çalışılmıştır. Mikroalgler, geniş yayılımları, hızlı biyokütle üretimleri ve yüksek CO_2 fiksasyon kapasiteleri sayesinde ekosistem sürdürülebilirliği açısından umut verici birer hammadde olarak değerlendirilmektedir. Mikroalg temelli biyokömür, kömür bazlı aktif karbona kıyasla daha ucuz, daha verimli ve yenilenebilir özelliktedirler. Toz aktif karbona benzer şekilde, biyokömürler, elektrostatik çekimler, fiziksel sorpsiyon, hidrofobik kuvvetler vb. gibi farklı mekanizmalar aracılığıyla kimyasal, biyolojik ve fiziksel kirleticileri adsorbe edebilir ve giderebilir.

Bu çalışmamızda bir mikroalg olan *Chlorella vulgaris* büyük hacimlerde üretilerek, elde edilen biyomasın üç farklı sıcaklıkta (450° C, 500° C, 550° C) piroliz işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası elde edilen biyokömürlerin endüstriyel atıksu arıtımında potansiyeli araştırılmıştır. Biyokömürün karakterisazyonunda FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) dan yararlanılmıştır. Atık su, elde edilen biyokömürler ile 24 saatlik teması sonrasında atık suda KOİ, TP, TN ve bazı ağır metallerin giderimi ile atıksu kalite parametrelerinin çevresel deşarj kriterlerine uygun olarak iyileştirilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikroalg, Biyokömür, FTIR, Atıksu, Bio-adsorbsiyon

REMEDIATION OF INDUSTRIAL WASTEWATER THROUGH MICROALGAL BIOCHAR APPLICATION

ABSTRACT

The use of low-cost, environmentally friendly biochar technology in wastewater treatment to improve water quality has attracted interest in recent years. Biochars produced from different raw materials, including microalgae, have been studied as part of wastewater treatment. Microalgae are considered as promising feedstock in terms of ecosystem sustainability due to their wide distribution, rapid biomass production and high CO_2 fixation capacity Microalgae-based biochar is cheaper, more efficient and renewable than coal-based activated carbon. Similar to powdered activated carbon, biochars can adsorb and remove chemical, biological and physical contaminants through different mechanisms such as electrostatic attractions, physical sorption, hydrophobic forces, etc.

In this study, *Chlorella vulgaris*, a microalga, was produced in large volumes and the pyrolysis process of the obtained biomass was carried out at three different temperatures (450° C, 500° C, 550° C). Following the pyrolysis process, the industrial wastewater treatment potential of the resulting biochars was studied. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) was used in the characterization of biochar. After 24 hours of contact with the biochar obtained from wastewater, COD, TP, TN and some heavy metals were removed from the wastewater and wastewater quality parameters were improved in accordance with environmental discharge criteria.

Keywords: Microalgae, Biochar, FTIR, Wastewater, Bio-adsorption

İNOVASYONUN TARIMSAL PAZARLAMAYA YANSIMALARI

Dr. Öğretim Üyesi Figen ARSLAN KOÇKAYA
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Divriği Nuri Demirağ MYO

ÖZET

Dünya üzerinde tarım endüstrisini ve özellikle de kırsal ekonomilerin gelişimini desteklemek amacıyla yeni nesil bilgi teknolojilerinin yoğunlaşması ile ortaya çıkan teknolojik endüstri ürünleri tarım sektörüne aktarılmaya çalışılmaktadır. Mobil internet çağında, ekonomik olarak geri kalmış bölgelerdeki birçok nitelikli tarım ürünü, tarımsal pazarlamanın sınırlılıklarının ortaya çıkardığı engellere takılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, günümüzde inovasyon temelli teknolojilerin tarımsal pazarlamaya etkilerinin neler olabileceğini ortaya koymaktır. Gelecekte, büyük veri analizine dayalı tarımsal ürünlerin akıllı pazarlanması, tarımsal ürün üretimi ve pazarlama bilgi sistemlerinin ana gelişme konusunu oluşturacaktır. Bir yandan, büyük veri analizi ile tarımsal ürünlerin üretim ve pazarlamasını bir bütün olarak ele alan tedarik zincirini kullanarak, diğer yandan da tarımsal üretimin ana gövdesini izlemeye ve düzenlemeye çalışıp, tarımsal ürün pazarının yönetimini alt bölümlere ayırarak küçük çiftçiler ile büyük pazarların buluşması mümkün olabilecektir. Öte yandan, tarımsal akıllı pazarlamada büyük veri teknolojisinin uygulanması, tarımsal ürünlerin modern üretimini iyileştirebilmektedir. Çalışma sonunda bir çok önemli bilgi elde edilmiştir. Büyük veri analizi ile pazarlama bilgi sisteminin, tarımsal ürünlerin akıllı pazarlama stratejilerinin tam zamanında uygulanması için geliştirdiği dinamik yenilik, tarımsal kalkınma için oldukça önemlidir. Bu durum ekonomik olarak geri kalmış bölgelerde karakteristik tarım ürünlerinin satışını ve çiftçilerin gelirini etkili bir şekilde artırabilmekte ve ekonomik olarak geri kalmış bölgelerdeki kırsal alanların ekonomik ve sosyal kalkınmasını iyileştirmek adına önemli bir adım olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Tarım, Tarımsal Pazarlama

ABSTRACT

To support the global agricultural industry, and particularly the development of rural economies, technological industrial products, resulting from the intensification of new-generation information technologies, are being transferred to the agricultural sector. In the mobile internet era, many high-quality agricultural products in economically underdeveloped regions face obstacles posed by the limitations of agricultural marketing. The purpose of this study is to explore the potential impact of innovation-based technologies on agricultural marketing. In the future, smart marketing of agricultural products based on big data analysis

will be a key development topic for agricultural product production and marketing information systems. By utilizing a holistic supply chain that addresses the production and marketing of agricultural products through big data analysis, and by attempting to monitor and regulate the main body of agricultural production and subdividing agricultural product market management, it will be possible to connect small farmers with large markets. Furthermore, the application of big data technology in smart agricultural marketing can improve modern agricultural production. The study yielded several important insights. The dynamic innovation developed by big data analysis and marketing information systems for the timely implementation of smart marketing strategies for agricultural products is crucial for agricultural development. This can effectively increase the sales of characteristic agricultural products and farmers' income in economically underdeveloped regions and is seen as an important step to improve the economic and social development of rural areas in economically underdeveloped regions.

Keywords: Innovation, Agriculture, Agricultural Marketing

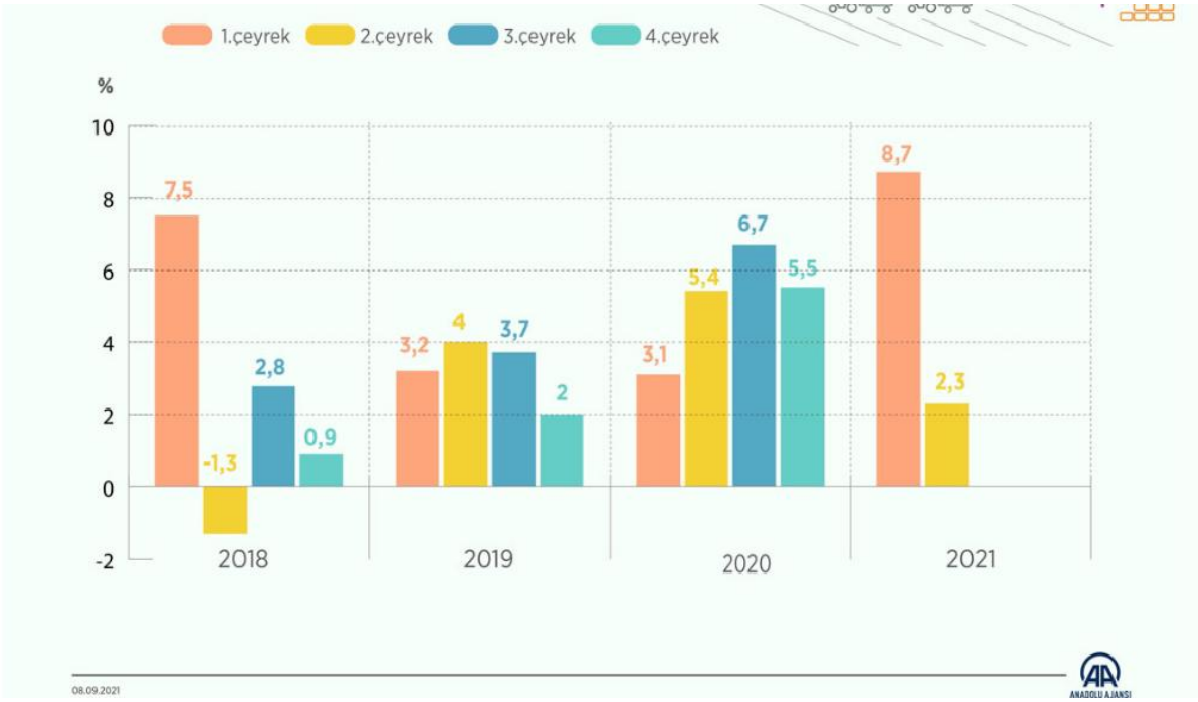
GİRİŞ

Tarım sektörü, insanlığın temel ihtiyaçlarını karşılayan ve ekonomik kalkınmanın temel taşlarından biri olarak kabul edilen bir alandır. Ancak, küresel ölçekte artan nüfus, iklim değişikliği, doğal kaynakların azalması ve tüketici taleplerindeki değişimler, tarım sektöründe sürdürülebilirliği ve rekabetçiliği tehdit eden önemli zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, tarımsal pazarlamada inovasyonun önemi giderek daha fazla vurgulanmakta ve sektörün geleceği açısından kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Tarımsal pazarlama, çiftlikten nihai tüketiciye kadar olan süreçte ürünlerin değer zincirinde yer alan tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Bu süreçte inovasyon, hem üretimden tüketime kadar olan aşamalarda verimliliğin artırılması hem de pazarlama kanallarının çeşitlendirilmesi ve etkinliğinin sağlanması açısından büyük rol oynamaktadır. Tarımsal pazarlamada inovasyonun önemi, sadece teknolojik gelişmelerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda yeni pazarlama stratejilerinin, dijitalleşmenin, sürdürülebilirlik yaklaşımlarının ve tüketici odaklı uygulamaların benimsenmesiyle de yakından ilişkilidir.

Tarımsal yenilikler genellikle, çiftçilerin tarım işletmelerinin verimliliğini artırmak amacıyla sunulan bir teknoloji "paketi" olarak tanıtılır. Bu yenilikler, özellikle çiftçilere toprak ve üretim verimliliğinin artırılması, toprak besinlerinin, suyun ve diğer doğal kaynakların korunması, zararlı yönetiminin iyileştirilmesi, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve çiftlik mekanizasyonunun desteklenmesi yoluyla faydalar sağlamak üzere tasarlanmıştır (Asfaw at all, 2010)

Tarımsal yeniliklerin ve teknolojilerin benimsenmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve yoksulluğun azaltılması açısından hayati önem taşımaktadır. Bu sayede çiftçi hanelerin geliri artırılırken temel gıda maddelerinin piyasa fiyatı da düşürülebilmektedir (De Janvry & Sadoulet, 2001). Yeni tarım teknolojilerinin benimsenmesi, tarım endüstrisinden en yüksek ve en iyi performansın alınması açısından önemli olduğundan, tarımsal yenilikler üzerine yapılan çalışmalar, yıllar boyunca hem akademisyenler hem de politika yapıcılar için merkezi bir öneme sahip olmuştur.



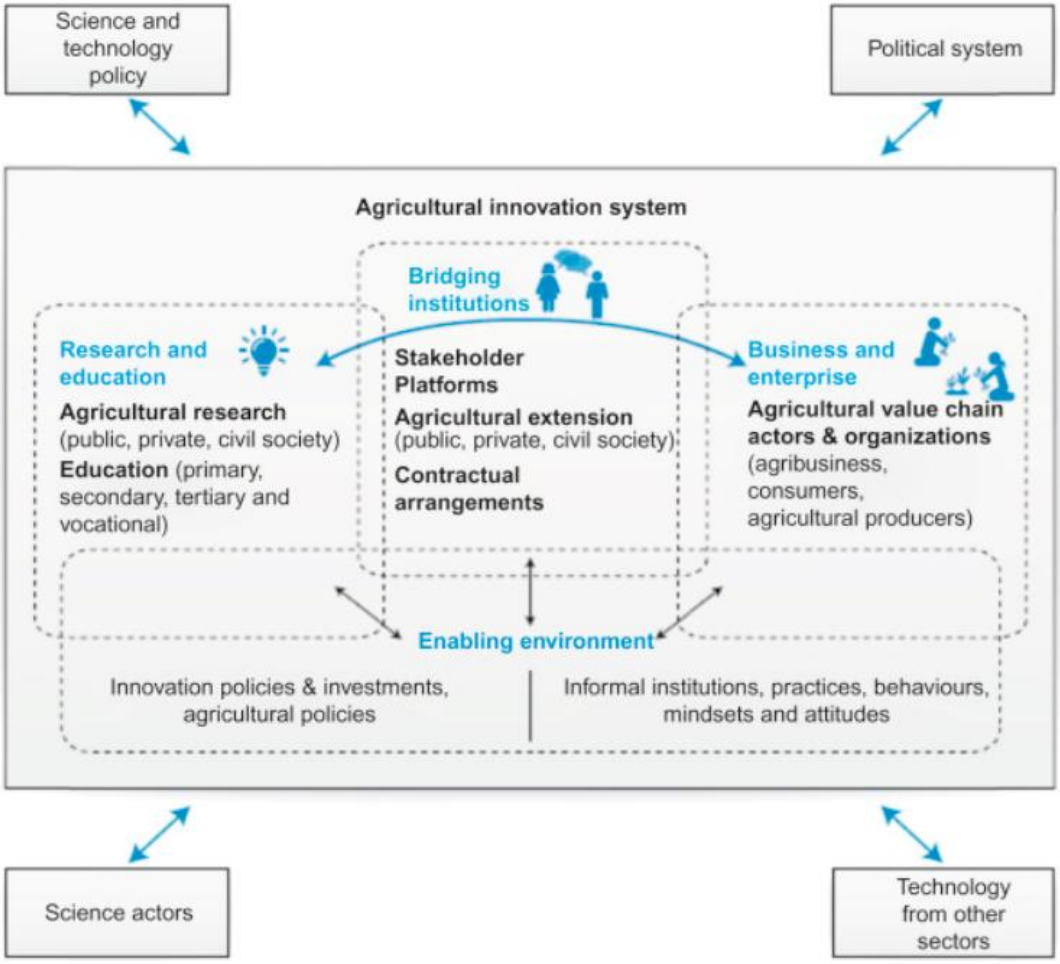
Kaynak: https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/tarim-sektoru-12-ceyrektir-buyuyor/2358678

Şekil 1: Tarım Endüstrisinin 2018-2021 yılları arasındaki değişimi

Tarıma dayalı girişimciliğin sürdürülebilirliği, şiddetli rekabetten, süregelen biyoçeşitlilikten, yerleşik rekabet ortamından ve "aracıların" pazarlık gücünden etkilenen tarım işletmelerinin pazardaki tehdit ve fırsatları iyi okuyabilmesine, üretimin performansına ve esnekliğine, esas olarak da tarımsal pazarlamanın rekabetçi stratejileri ve yenilikçi uygulamaları yönetebilme becerisine bağlıdır.(Bouris at all, 2011)

Tarımsal inovasyon sistemleri (TİS), mevcut veya yeni ürünleri, süreçleri ve organizasyon biçimlerini sosyal ve ekonomik kullanıma sunan aktör, kuruluş ve bireylerden oluşan ağlardır. Üç ana gruba ayrılırlar: araştırma ve eğitim; çiftçiler ve çiftçi birlikleri de dahil olmak üzere işletmeler ve girişimler; yayım hizmetleri, aracı kurumlar ve hukuki düzenlemeler de dahil olmak üzere köprü kurumlarıdır. Dördüncü bileşen ise, bu aktörlerin etkileşim kurma, bilgiyi yansıtma, üretme, paylaşma ve kullanma biçimlerini belirleyen ve aynı zamanda dışsal

değişikliklere birlikte öğrenme ve uyum sağlama biçimlerini belirleyen destekleyici politikalar ve kurumlardan (resmi ve gayrıresmi) oluşur ve "etkinleştirici ortamı" şekillendirirler (Tropikal Tarım Platformu, 2016)



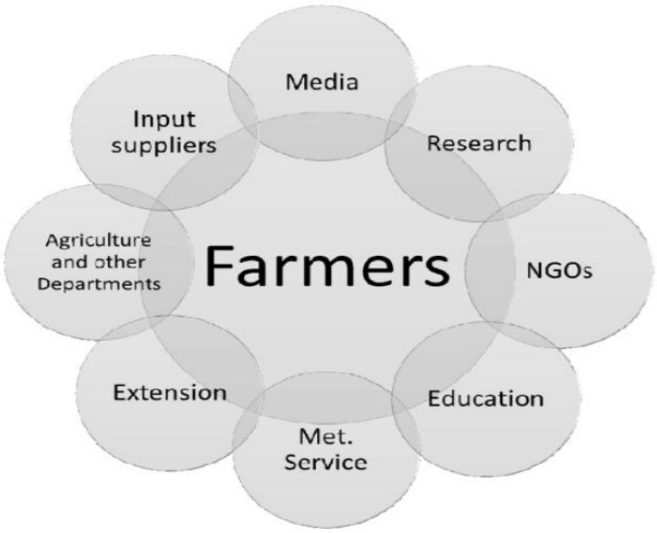
Kaynak: Tropical Agriculture Platform. Common Framework on Capacity Development for Agricultural Innovation Systems. 2016. Conceptual Background. CAB International, Wallingford, UK.

Şekil 2: Tarımsal Yenilik Sisteminin Kavramsal Diyagramı.

Küreselleşmedeki ilerlemelerle birlikte inovasyon olgusu daha fazla önem kazanmıştır. İnovasyonun istenen etkilerinden biri, zaman, mekan ve biçim açısından (örneğin çeşitlilik, güvenlik, kalite vb. özellikler) daha düşük ürün maliyetini teşvik etmektir. Shy'a (1996) göre inovasyon, "yeni süreçlerin, yeni ürünlerin ve yeni organizasyonel yapı ve prosedürlerin araştırılması, keşfedilmesi, geliştirilmesi, iyileştirilmesi, benimsenmesi ve ticarileştirilmesidir" (Shy, 1996). İnovasyonun tarım sektöründeki refah düzeyini nasıl etkilediğinin tanımı ve ölçümü iyi belgelenmiş olsa da (Alston, Norton ve Pardy, 1995), inovasyona yapılan artan

yatırımın ticaret düzeyi üzerindeki etkisi, tarım ekonomisi literatüründe çok az ilgi gören bir konudur (Pascal at all, 2007).

Geleneksel tarım yöntemlerinin ve pazarlama yaklaşımlarının günümüzün dinamik ve rekabetçi pazar koşullarında yetersiz kalmaya başlaması, tarım sektöründe inovasyonun kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmesine yol açmıştır. Özellikle küresel iklim değişikliği, yerel ve uluslararası pazarlama dinamiklerindeki değişimler ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma çabaları, tarımsal pazarlamada inovatif yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Atlı'nın çalışmasında da vurgulandığı üzere, tarım politikası uygulamalarında sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenmesi ve yeni stratejilerin geliştirilmesi, tarımsal pazarlamaya yeni fırsatlar sunmaktadır. Araştırmada, proje maliyetlerinin karar vericiler için en önemli kriter olarak öne çıktığı, sosyal faydalar ve istihdam olanaklarının ise diğer önemli kriterler arasında yer aldığı belirtilmiştir. Bu bulgu, tarımsal pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde ekonomik, sosyal ve çevresel kriterlerin inovatif yaklaşımlarla bütünleştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Atlı, 2024). Atlı'nın çalışması, çok kriterli karar verme yöntemlerinin (BWM) kullanılarak, belirsizlik ortamında paydaşların katılımıyla en uygun stratejilerin belirlenmesinin inovasyonun temelini oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Atlı, 2024).



Kaynak: Vieri Tarchiani et al., « Smallholder Farmers Facing Climate Change in West Africa:Decision-Making between Innovation and Tradition », Journal of InnovationEconomics & Management 2017/0 (Prépublication), p. art13_I-art13_XXVI.

Şekil 3: Tarım İnovasyon Sistemi

Teknolojik ve pazarlama inovasyonlarının örgütsel büyüme üzerindeki etkisi tarımsal pazarlamada inovasyonun bir diğer önemli boyutunu ortaya koymaktadır. Haider ve arkadaşlarının cam endüstrisi üzerine yaptığı araştırmada, teknolojik inovasyonun pazarlama inovasyonuna kıyasla daha etkili olduğu, ancak her iki inovasyon türünün de örgütsel büyüme üzerinde anlamlı ve olumlu etkiler yarattığı tespit edilmiştir (Haider et al., 2019). Bu bulgu, tarımsal pazarlama işletmelerinin rekabet gücünü artırmak ve sürdürülebilir büyümeyi sağlamak için hem teknolojik hem de pazarlama inovasyonlarını bütüncül bir şekilde benimsemeleri gerektiğini göstermektedir. Özellikle tarım sektöründe, yenilikçi teknolojilerin kullanımı ile birlikte yeni pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi, işletmelerin pazar paylarını artırmalarına ve değişen tüketici taleplerine daha hızlı yanıt vermelerine olanak tanımaktadır (Haider et al., 2019).

Dijitalleşme ve bilişim teknolojilerinin tarımsal pazarlamada kullanımı, inovasyonun en belirgin örneklerinden biridir. Gönültaş ve Kızılaslan'ın çalışmasında, bilişim teknolojilerinin elektronik ticaret ve tarım ürünlerinin pazarlanmasında kullanımının, pazarlama süreçlerini hızlandırdığı, bilgiye erişimi kolaylaştırdığı ve küresel pazarlara entegrasyonu sağladığı vurgulanmaktadır (Gönültaş & Kızılaslan, 2011). Dijital pazarlama araçlarının yaygınlaşması, tarımsal ürünlerin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlarken, aynı zamanda üreticilerin ve tüketicilerin beklentilerini daha etkin bir şekilde karşılamalarına olanak tanımaktadır. Çalışmada, elektronik ticaretin etkin kullanılabilmesi için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması, eğitim faaliyetlerinin artırılması ve maddi desteklerin sağlanması gerektiği belirtilmiştir (Gönültaş & Kızılaslan, 2011). Bu durum, tarımsal pazarlamada inovasyonun sadece teknolojiyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda mevzuat, eğitim ve finansal destek gibi tamamlayıcı unsurların da inovasyonun başarısı için kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Dijitalleşmenin tarımsal pazarlamada inovasyon üzerindeki etkisi, yeni iletişim ortamlarının ve dijital platformların kullanımında da kendini göstermektedir. Kara'nın Türk organik tarım sektörü üzerine yaptığı içerik analizinde, organik tarımsal ürün satıcılarının web siteleri, sosyal medya sayfaları ve mobil uygulamalar aracılığıyla farklı iletişim biçimlerinde pazarlama faaliyetlerinde bulundukları tespit edilmiştir. Bu çeşitlilik, hedef kitlelerin farklı iletişim kaynaklarını kullanmalarından kaynaklanmakta olup, dijitalleşmenin tarımsal pazarlamada inovasyonun temel itici gücü olduğunu göstermektedir. Çalışmada, yeni iletişim ortamlarında pazarlama faaliyetlerinin kullanımının önemi vurgulanmakta ve dijitalleşmenin tarımsal ürünlerin doğrudan üreticiden tüketiciye ulaşmasında sağladığı avantajlar ortaya konulmaktadır (Kara, 2018).

Web ve dijital platformların tarım sektöründe inovasyonu teşvik etmedeki rolü, Paiva ve arkadaşlarının çalışmasında ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Araştırmada, dijital platformların özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için inovasyon, sürdürülebilirlik, pazar erişimi ve kaynak yönetimi konularında kritik araçlar olduğu belirtilmiştir (Paiva et al., 2025). Kullanıcı deneyimi (UX) tasarım ilkelerinin dijital platform mimarisine entegre edilmesiyle, kullanıcı katılımının ve genel etkinliğin önemli ölçüde artırıldığı gösterilmiştir. Bu bulgu, tarımsal pazarlamada inovasyonun sadece ürün veya hizmet düzeyinde değil, aynı zamanda dijital altyapı ve kullanıcı deneyimi düzeyinde de gerçekleşmesi gerektiğini göstermektedir (Paiva et al., 2025). Dijital platformların etkin kullanımı, tarım sektöründe işbirliğini ve yeniliği teşvik ederek, sektörün dijital dönüşümünü hızlandırmaktadır.

Tarımsal pazarlamada inovasyonun bir diğer boyutu, tüketici davranışlarındaki değişimlere uyum sağlama gerekliliğidir. Emir ve arkadaşlarının Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye'de organik tarım ve gıda ürünlerine yönelik tüketici davranışlarını inceledikleri çalışmada, organik ürünlerin AB ülkelerinde düzenli olarak tüketildiği, Türkiye'de ise tüketimin düzensiz ve düşük seviyede olduğu belirtilmiştir. Türkiye'de organik ürün tüketiminin düşük olmasının başlıca nedenleri arasında yüksek fiyatlar ve bilgi eksikliği yer almaktadır. Çalışmada, organik üreticilerin ve pazarlama şirketlerinin tüketici odaklı pazarlama anlayışını benimsemeleri ve dünya organik pazarındaki gelişmeleri takip etmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Emir et al., 2015).

İnovasyonun sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamalarıyla ilişkisi de önem taşımaktadır. Kılıç ve Eryılmaz'ın iyi tarım uygulamalarının gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada, iyi tarım uygulamalarının sürdürülebilirliği için bu ürünlere olan talebin artırılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Tüketiciyi dikkate alan bir pazarlama stratejisinin benimsenmesi, firmalar arasındaki rekabeti artıracak ve iyi tarım ürünlerinin üretimini teşvik edecektir. Bu yaklaşım, tarımsal pazarlamada inovasyonun sürdürülebilirlik hedefleriyle bütünleşmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Kılıç & Eeyılmaz, 2018). Ayrıca, iyi tarım uygulamalarının yaygınlaşmasıyla daha sağlıklı ürünlerin iç ve dış pazarlara sunulacağı ve sürdürülebilir arazi yönetiminin sağlanacağı belirtilmektedir (Kılıç et al., 2018).

Tarımsal pazarlamada inovasyonun finansal ve örgütsel boyutları da dikkate alınmalıdır. Bayramoğlu ve Ağızan'ın organik tarım pazarlama işletmelerinin sermaye ve finansal yapılarını inceledikleri çalışmada, işletmelerin likidite ve mali yapı açısından güçlü ve rekabetçi oldukları, ancak karlılık düzeylerinin yeterli olmadığı ve kar marjlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Organik tarım ürünlerinin niş pazara sahip olması nedeniyle fiyat talep elastikiyetinin yüksek olduğu ve işletmelerin düşük birim fiyatlardan çok miktarda satış yaparak faaliyetlerine devam

ettikleri belirtilmiştir. Bu bulgu, tarımsal pazarlamada inovasyonun finansal sürdürülebilirlik ve rekabetçilik açısından da kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Bayramoğlu et al., 2023). Tarımsal pazarlamada inovasyonun önemini kavramsal bir çerçevede ele alan Gedik'in çalışmasında, tarımsal pazarlamanın işsizliğin azaltılması, çiftlik gelirlerinde artış, tarıma dayalı endüstrilerin büyümesi ve yurtiçi-yurtdışı pazarlara erişimin genişletilmesi gibi birçok avantaj sağladığı vurgulanmaktadır. Çalışmada, tarımsal pazarlamanın büyümenin ana itici gücü olduğu ve inovatif stratejilerin geliştirilmesinin sektörün sürdürülebilirliği açısından kritik olduğu belirtilmektedir (Gedik, 2023). Bu yaklaşım, tarımsal pazarlamada inovasyonun çok boyutlu etkilerini ve sektörün geleceği açısından taşıdığı stratejik önemi ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel tarım, bazıları varoluşsal nitelikte olan bir dizi önemli zorlukla karşı karşıyadır. Bu zorluklar başlıcaları; kuraklık, böcek ve hayvan istilaları ve sellerde (kuraklıkların yanı sıra) meydana gelen artışlarla birlikte çölleşmeyi tehdit eden iklim değişikliğidir. Bu etkiler nedeniyle, küresel nüfusun bugün 7,2 milyar kişiden 2050'de 9,7 milyar kişiye çıkmasının tahmin edildiği bir dönemde bazı bölgelerin ve arazilerin tarım faaliyetlerinin dışında kalacağı öngörülmektedir. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerdeki tarım sektörü, nüfusun çoğunluğu için istihdam ve geçim kaynağı, önemli bir döviz geliri ve yerel sanayiye hammadde tedarikçisi olup, bu ülkelerin ekonomik kalkınması için önemli potansiyele sahiptir. Ancak, tarım sektörü bu potansiyeli uygulamada istenilen sonucu alamamıştır. Tarım sektörü küçük çiftçilere ulusal ve hane halkı düzeyinde güvenli gelir ve gıda güvenliği sağlamada ya da diğer sektörleri destekleyip sosyoekonomik kalkınmayı artırmada yetersiz kalmıştır. Bu durumun nedenleri arasında, nesilden nesile çok az gelişme ile aktarılan tarımsal teknolojilerin ve uygulamaların kullanımı; depolama ve nakliye zorlukları; ve tarımsal ürünlerin pazarlanmasında oluşan yapısal sorunlar vardır.

Tarımsal mahsulün üretilmesi, dağıtımı, stok kontrolu, sayısız işlenmiş gıdaya dönüşmesi, hammadde üretimi, pazarlama ve lansman işlemini de içine alan yepyeni düşünce ve yöntemlerle katma değeri yüksek tarımsal ürün ve hizmetlerin oluşturulması mümkün hale getirilmelidir.

Dünya üzerinde iyi gıda ve sağlıklı tarımsal ürün elde etmek, devletlerin küresel amacı haline gelmiştir. Bu sebeple, tarımın değer zincirinde var olan tüm aktörleriyle birlikte iyi, etkin, sağlıklı ve verimli yöntemler üzerinde durulması gerekmektedir. Gelecek nesillerin sağlıklı, iyi ve yeterli gıdaya ulaşabilmelerini sağlayan yeni üretim metotları hayata geçirilmeli, tarım sektöründe yenilik arayışının ülkelerin tarım politikaları ile desteklenmesi hedeflenmelidir.

Tarımsal pazarlamada inovasyonun önemi, teknolojik gelişmelerden dijitalleşmeye, sürdürülebilirlikten tüketici odaklı pazarlama stratejilerine kadar geniş bir yelpazede kendini göstermektedir. İnovasyon, tarım sektörünün karşı karşıya olduğu zorlukların aşılmasında ve rekabetçi, sürdürülebilir bir yapının oluşturulmasında temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Yukarıda özetlenen çalışmalar, tarımsal pazarlamada inovasyonun çok boyutlu ve disiplinlerarası bir yaklaşım gerektirdiğini ve sektörün geleceği açısından vazgeçilmez bir unsur olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Alston, J. M., G. W. Norton, and P. G. Pardy.(1995). "Science Under Uncertainty: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting". *Ithaca, NY: Cornell University Press*, 1995.

Asfaw, S. , Kassie, M. , Simtowe, F. ve Lipper, L. (2010). Tarımsal teknolojinin yoksulluğu azaltma etkileri: kırsal Tanzanya'dan bir mikro kanıt , *Kalkınma Çalışmaları Dergisi* 48 , 1288 – 1305

Atlı, H. F. (2024). Sürdürülebilir tarımsal pazarlama için tarım politikasına etki eden kriterlerin değerlendirilmesinde bwm çok kriterli karar verme yöntemi uygulaması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* . https://doi.org/10.17755/esosder.1499384

Bayramoğlu, Z., Ağızan, K., Bayramoğlu, Z., & Ağızan, K. (2023). Organik tarım pazarlama işletmelerinin sermaye yapıları ve finansal analizleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 13*(1). https://doi.org/10.21597/jist.1165583

Bouris, J. , Kaldis, P., Alexopoulos G., Giannouzakou, A. (2011) "Agricultural Marketing Competitive Strategies and Innovative Practices in Greece" *Conference: eRA-6 The SynEnergy Forum At: ISSN-1791-1133; era.teipir.grAt: T.E.I. of Piraeus* 2011

De Janvry, A. ve Sadoulet, E. (2001). "Dünya Yoksulluğu ve Tarımsal Teknolojinin Rolü: Doğrudan ve Dolaylı Etkiler" , *Kalkınma Çalışmaları Dergisi* 38 , 1 – 26 .

Emir, M., Demiryürek, K., & Eryılmaz, G. A. (2015). Avrupa birliği ve türkiye'de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 30*(2). https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.2.199-206

Gedik, Y. (2023). Tarımsal pazarlama: faydaları, zorlukları ve stratejileri üzerine kavramsal bir çerçeve. *Turizm Ekonomi ve İşletme Araştırmaları Dergisi* . https://doi.org/atif.sobiad.com/index.jsp?modul=article&ID=D2sM4YoBQzmg

Gönültaş, H. & Kızılaslan, H. (2011). Bilişim teknolojisinin tarım ürünlerinin pazarlamasındaki konum ve önemi (e-pazarlama). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* . https://doi.org/search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/120459/bilisim-teknolojisinin-tarim-urunlerinin-pazarlamasindaki-konum-ve-onemi-e-pazarlama

Haider, Z., Shah, A. A., Ali, Z., Javed, Z., & Jan, M. F. (2019). Technological and marketing innovation for explaining organizational growth. *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi* . https://doi.org/dergipark.org.tr/tr/pub/syad/issue/44307/528833

Kara, A. (2018). Yeni iletişim ortamlarinda pazarlama faaliyetlerinin kullanimi ile ilgili içerik analizi: türk organik tarim sektörü örnek olayi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* . https://doi.org/dergipark.org.tr/tr/pub/baybem/issue/32845/375312

Kılıç, O. & Eryılmaz, G. A. (2018). Türkiye'de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* . https://doi.org/10.18016/ksudobil.345137

Kılıç, O., Eryılmaz, G. A., (2018). İyi tarım uygulamalarının konvansiyonel tarım yapan işletmelerdeki optimum organizasyona etkisi: samsun ili bafra ilçesi örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15*(1). https://doi.org/10.25308/aduziraat.399395

Paiva, T., Raposo, D., Verissímo, F., Neves, J., Mendes, H., & Coutinho, P. (2025). The use of web marketing to promote innovation in agriculture. *Smart Innovation Systems and Technologies* . https://doi.org/10.1007/978-981-96-3081-3_59

Pascal L., Ghazalian, W., Hartley F. (2007) "The Effect of Innovation on Agricultural and Agri-food Exports in OECD Countries" *Journal of Agricultural and Resource Economics,* December 2007, Vol. 32, No. 3 (December 2007), pp. 448-461

Shy, O. Industrial Organization: Theory and Application. *Cambridge, MA: MIT Fress*, 199b

Vieri Tarchiani & Federica Rossi & José Camacho & Robert Stefanski & Kodjenini Augustin Mian & Dominic Soami Pokperlaar & Hamidou Coulibaly & Aïssatou Sitta Adamou, (2017) "Smallholder Farmers Facing Climate Change in West Africa: Decision-Making between Innovation and Tradition," *Journal of Innovation Economics,* De Boeck Université, vol. 0(3), pages 151-176.

KURAKLIK SENARYOLARI ALTINDA SU TEDARİK ZİNCİRİ DİRENÇLİLİĞİ

Bilge BATAR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Merkez, Tokat
ORCID: 0000-0002-6571-8078

ÖZET

Su tedarik zinciri, iletim ve dağıtım süreçlerinden meydana gelen kritik bir altyapı sistemidir. Kuraklık ve iklim değişikliği gibi doğal su kaynaklarını tehdit eden afetler, bu kritik altyapı sistemi üzerinde baskılar oluşturarak sürdürülebilir su yönetimini tehdit etmektedir. Su kalitesinin düşmesi ve kaynaklarının azalması özellikle kentleşmiş bölgelerde, tarım ve endüstrinin su güvenliği konusunda tehdit oluşturmaktadır. Küresel olarak artan kuraklık olaylarının doğurduğu riskler karşısında su tedarik zinciri dirençliliğine odaklanmak önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, kuraklık senaryolarını göz önünde bulundurarak su tedarik zinciri dirençliliğine ilişkin literatürü incelemek ve değerlendirmektir. Literatür araştırmasına göre dirençlilik genellikle talep yönetimi, altyapı dayanıklılığı, alternatif su kaynakları geliştirme, kurumsal kapasite ve sosyoekonomik kırılganlık gibi konu başlıkları üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırmalara göre Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Standartlaştırılmış Yağış–Buharlaşma İndeksi (SPEI) gibi göstergelerin su tedarik zinciri dirençlilik analizlerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Literatür, iklim değişikliği ve uzun süreli kuraklık ile beraber su tedarik zinciri kapasite düşüşü, su kalitesinde bozulma ve arz güvenliği sorunlarıyla karşı karşıya kalındığını göstermektedir. Ayrıca altyapı güvenliği, entegre su yönetim sistemleri, toplum katılımı ve iklim uyumlu planlamanın dirençliliği artırdığı vurgulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, kuraklık risklerini azaltma ve önlemede fiziksel altyapıya yatırımın yanında esnek ve entegre yönetim modellerinin önemini vurgulamaktadır. Bu araştırma su yöneticileri ve politika yapıcılar için uzun vadeli sürdürülebilirlik planlarına bakış açısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Su tedarik zinciri, kuraklık, dirençlilik

RESILIENCE OF THE WATER SUPPLY CHAIN UNDER DROUGHT SCENARIOS

ABSTRACT

The water supply chain is a critical infrastructure system that involves transmission and distribution processes. Disasters that threaten natural water resources, such as droughts and climate change, put pressure on critical infrastructure systems and threaten sustainable water management. Decreasing water quality and depleted resources pose a threat to the security of water supplies for agriculture and industry, particularly in urban areas. In the face of the risks

posed by increasing global drought events, focusing on water supply chain resilience is crucial. This study aims to review and evaluate the literature on water supply chain resilience in the context of drought scenarios. According to the literature review, resilience is generally evaluated through topics such as demand management, infrastructure resilience, the development of alternative water resources, institutional capacity, and socioeconomic vulnerability. According to the research, the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Precipitation–Evapotranspiration Index (SPEI) are the most commonly used indicators in analyses of the resilience of the water supply chain. The literature indicates that climate change and prolonged droughts lead to a reduced capacity of the water supply chain, a deterioration in water quality and issues with supply security. It also emphasises that increasing resilience requires infrastructure security, integrated water management systems, community participation and climate-adaptive planning. The results emphasise the importance of flexible and integrated management models, as well as investment in physical infrastructure, for mitigating and preventing drought risks. This research provides water managers and policymakers with valuable insights into long-term sustainability planning.

Keywords: Water supply chain, drought, resilience

GİRİŞ

Kuraklık, insanların normal yaşamlarında ve ekosistemler üzerinde çok kapsamlı etkileri olan karmaşık bir afettir (Kartal vd. 2024). Akut gelişen doğal afetlerin tersine, kuraklık sinsidir ve çoğunlukla olumsuz etkileri geniş kapsamlı ve ciddi derecede olana kadar insanlar alarma geçmez. Kuraklık, canlılar ve sistemler tarafından tüketilen doğal su kaynaklarının, yerel, bölgesel veya küresel ölçekte uzun süreli olarak ortalamanın veya bulunması gereken miktarın altına düşmesi sonucu su açığı oluşuma durumudur (Öz vd. 2024). Yıllık yağış miktarının azalması ve sıcaklık oranlarının artması sonucu gelişen kuraklık, meteorolojik afet kategorisinde değerlendirilmektedir. Kuraklık, yavaş gelişen bir afet olması ve etkilerinin uzun vadede ortaya çıkması nedeniyle, toplum tarafından genellikle ancak ciddi olumsuz sonuçlar görüldüğünde fark edilmektedir. Kuraklıklar, elimizdeki suyun miktarını, güvenilirliğini ve kalitesini etkileyerek, temiz içme suyuna erişimi zorlaştırabilir ve özellikle savunmasız nüfuslara hizmet götürmeyi daha da zor hale getirebilir (Howard vd. 2016). İklim değişikliğinin olumsuz etkileri Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini (SKH) tehdit ettiğinden, temiz su ve sanitasyon (SKH 6) dahil olmak üzere çeşitli SKH hedeflerine 2030 yılına kadar ulaşılabilmesi için dayanıklı su temin altyapısına duyulan ihtiyaç giderek daha da önem kazanmaktadır (Becher vd. 2024). Ülkemizde halihazırda kuraklık senaryoları, küresel düzeyde hem kentsel hem de kırsal sistemleri olumsuz etkileyerek özellikle su tedarik zincirlerinin dayanıklılığı

üzerinde önemli güçlükler yaratmaktadır. Kentler için su temin sistemlerinin dirençliliğini değerlendirmek ve bu doğrultuda afet azaltma ve iyileştirme stratejileri geliştirmek hayati önem taşımaktadır (Li vd., 2022). Araştırmalara bakıldığında, bu güçlüklere yönelik dirençliliğin su tedarik sistemleri için kuraklık olaylarından kaynaklanan problemlere karşı uyum yeteneğini geliştirebilme, plan yapabilme ve iyileşme yeteneği geliştirme gerekliliği ön plana çıkmaktadır. (MacAllister vd., 2020; Murgatroyd vd., 2022; Okpa vd., 2024). Güvenli ve güvenilir su teminini sağlamak için şüphesiz dayanıklı su sistemlerine ihtiyaç vardır. Literatüre bakıldığında su kaynaklarının 'dayanıklılığı' kavramı yaygın olarak incelenmiştir. Su kaynaklarının dayanıklılığı 'bir arıza meydana geldikten sonra sistemin ne kadar çabuk toparlanabileceği veya eski haline dönebileceği' ile ilişkilendirilmiştir (Hashimoto vd, 1982). Güvenilirliği, bir sistemin arızalı bir durumda olma olasılığı veya sıklığı, kırılganlığı ise bir arıza veya problem meydana geldiğinde olası büyüklük olarak değerlendirilir (Hashimoto vd, 1982). Daha genel olarak dayanıklılık, 'tehlikelere maruz kalan bir sistemin, topluluğun veya toplumun bir tehlikenin etkilerine zamanında ve etkili bir şekilde direnme, bunları absorbe etme, uyum sağlama ve bunlardan kurtulma yeteneği' olarak tanımlanmaktadır (Rana, 2020).

Vaka kategorisi	**Örnekler**
Birincil nedenler	Mekanik arıza, kaynak tükenmesi, su kalitesi sorunları
İkincil nedenler	Kötü yer seçimi, yedek parça eksikliği, yetersiz yönetim, zayıf yerel yönetim
Altta yatan koşullar	Kurumsal, finansal ve sosyal faktörler, kültürel normların da etkisiyle, başarısızlığın daha olası olduğu ortamları şekillendirir.
Uzun vadeli eğilimler	Su talebindeki değişiklikler, yönetim biçimlerinin evrimi, kaynakların azalması, iklim değişikliği, su kalitesindeki değişiklikler

Şekil 1. Su kaynaklarının neden başarısız olduğuna dair bir tipoloji (Howard vd., 2016)

Kaynaklara bakıldığında, dayanıklılığı artırmak için sağlam altyapının, entegre planlamanın ve uyum sağlayıcı yönetimin önemi vurgulanmaktadır. Örneğin, Etiyopya ve Kaliforniya'daki çalışmalar, derin yeraltı suyuna erişim, gerçek zamanlı izleme ve proaktif bakımın, kuraklık sırasında kırsal ve kentsel su tedarik performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir

(MacAllister vd., 2020; Okpa vd., 2024). Ancak yönetişim sınırlamaları, birtakım finansal kısıtlamalar ve birçok sektörün koordinasyon içerisinde olasını gerektiren stratejiler gibi bazı zorluklar devam etmektedir (Hall vd., 2019; Becher vd., 2024). Bu çalışma, küresel çapta vaka çalışmalarını, politika analizlerini ve modelleme çerçevelerini inceleyerek, kuraklık senaryolarında su tedarik zinciri dayanıklılığına dair güncel literatüre değinmektedir.

1.1. Kuraklığın Etkileri ve Dayanıklı Su Tedarik Zincirleri Oluşturmak

Kuraklık sonucu hem suya olan talep artmakta hem de su kullanılabilirliği azalmaktadır (Amarasinghe vd., 2016). Özellikle su tedarik zincirlerindeki kırılganlıklar da bu durumu tetiklemektedir. İklim değişikliği, nüfus artışı ve ekonomik baskılar, sürekli uyum sağlama ve yatırım yapma gerekliliğini artırarak kırılganlıkları derinleştirir (Zhao vd., 2018; Kim vd., 2019). Dayanıklılık stratejilerinin etkili ve verimli olması ise kuraklığın bağlamına göre değişiklik göstermektedir. Derin yeraltı suyuna erişim ve hızlı bakım kritik öneme sahiptir (MacAllister vd., 2020) ayrıca kentsel alanlarda senaryo bazlı planlama ve çeşitlendirilmiş portföyler (geri dönüşüm ve yerel yaklaşımlar dahil) dayanıklılığı artırmaktadır (Zaniolo vd., 2023; Okpa vd., 2024; Fan vd., 2024). Çeşitlendirilmiş su kaynakları (derin yeraltı suyu, yüzey suyu vb.), sağlam bir altyapıya sahip olmak ve uyarlanabilir yönetim uygulamaları, dayanıklı su tedarik sistemlerinin yapı taşlarını oluşturmaktadır (Zhao vd., 2018; Zaniolo vd., 2023). Proaktif işletme sistemleri ve bakım uygulamaları gerçekleştiren sistemlerin kuraklık meydana geldiği zamanlarda işlevselliğini devam ettirme olasılığı artmaktadır (MacAllister vd., 2020; Apurv ve Cai, 2020; Okpa vd., 2024). Yönetim esasları, mali kapasite ve politika müdahaleleri dayanıklılıkta hayati bir rol oynar. Risk temelli karar alma, uyum sağlayan yönetim ve koordineli bölgesel planlama uzun vadeli dayanıklılık için esastır (Hall vd., 2019; Saikia vd., 2021; Murgatroyd vd., 2022; Becher vd., 2024). Ancak, finansal kısıtlamalar ve parçalı yönetim düşük gelirli veya gelişmekte olan bölgelerde uyumu engelleyebilir (Klasic vd., 2022; Becher vd., 2024). Yapılan araştırmalara dayanarak proaktif bakım ve çeşitlendirilmiş su kaynaklarının su tedarik zinciri dayanıklılığını artırdığını görmekteyiz (Zhao vd., 2018; MacAllister vd., 2020; Zaniolo vd., 2023; Okpa vd., 2024). Entegre planlamanın yapılması ve senaryo tabanlı kentsel modellerin, kentsel sistemin dayanıklılığını artırmaktadır (Amarasinghe vd., 2016; Murgatroyd vd., 2022; Li vd., 2022; Zaniolo vd., 2023; Fan vd., 2024; Saikia vd., 2021). Su tedarik zinciri dirençliliği için literatürde var olan kanıtlar, farklı stratejiler ve bağlamlar için değişiklik göstermektedir. Örneğin, derin yeraltı suyu erişimi ve Kontrollü Yeraltı Suyu Yeniden Beslemesi (MAR) belirli bölgelerde iyi desteklenirken, ölçeklenebilirlikleri ve uzun vadeli sürdürülebilirlikleri için daha fazla araştırma gerekmektedir (Morote vd., 2019; Apurv ve Cai, 2020; Ávila-Marín vd., 2025).

SONUÇ

Yapılan araştırmalar, kuraklık senaryoları altında su tedarik zinciri dirençliliğinin çok yönlü olduğunu, ve bu dirençliliğin yönetim, teknoloji ve politika müdahalelerinin bir kombinasyonunu zorunlu kıldığını göstermektedir. Su tedarik zinciri dirençliliği için çeşitlendirilmiş su kaynakları, proaktif bakım ve entegre planlamanın elzem olduğu göze çarpmaktadır. Paydaş katılımı ve uyarlanabilir yönetişim kavramının giderek daha fazla önem arz ettiği su tedarik zincirinde, artan kuraklık riskine karşı dirençlilik oluşturmak için sürekli uyum, yatırım ve sektörler arası koordinasyon gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, iklim değişikliği, finansal kısıtlamalar ve yönetişimle ilgili devam eden zorluklar sürekli uyum ve yatırım gerektirmektedir. Gelecekteki araştırmalar, direnç müdahalelerinin uzun vadeli etkilerine ve ölçeklenebilirliğine, sosyal ve ekonomik faktörlerin entegrasyonuna ve dönüştürücü yönetişim modellerinin geliştirilmesine odaklanmalıdır.

KAYNAKLAR

Amarasinghe, P., Liu, A., Egodawatta, P., Barnes, P., McGree, J., Goonetilleke, A. (2016). Quantitative assessment of resilience of a water supply system under rainfall reduction due to climate change. Journal of Hydrology, 540, 1043-1052.

Apurv, T., Cai, X. (2020). Impact of Droughts on Water Supply in U.S. Watersheds: The Role of Renewable Surface and Groundwater Resources. Earth's Future, 8(10).

Ávila-Marín, J., Gil Márquez, J., Andreo, B. (2025). Evaluating the feasibility of Managed Aquifer Recharge techniques as a drought mitigation strategy for the Seville water supply system (southern Spain). The Science of the total environment, 983, 179636.

Becher, O., Pant, R., Verschuur, J., Mandal, A., Paltan, H., Lawless, M., Raven, E., Hall, J. (2022). A Multi Hazard Risk Framework to Stress Test Water Supply Systems to Climate Related Disruptions. Earth's Future, 11(1).

Becher, O., Smilovic, M., Verschuur, J., Pant, R., Tramberend, S., Hall, J. (2024). The challenge of closing the climate adaptation gap for water supply utilities. Communications Earth & Environment. 5, 356.

Fan, H., Cheng, H., Chen, W., Liu, R., Zhou, F., Hu, X., Zhang, X. (2024). Assessment and strategies for water supply security risks in the estuarine city Shanghai under normalized extreme climate conditions. Journal of Cleaner Production. 470, 143299,

Hall, J., Borgomeo, E., Bruce, A., Mauro, M., Mortazavi-Naeini, M. (2019). Resilience of Water Resource Systems: Lessons from England. Water Security, 8, 100052.

Hashimoto, T., Stedinger, J. R., Loucks, D. P. (1982). Reliability, resiliency, and vulnerability criteria for water resource system performance evaluation. *Water resources research*, *18*(1), 14-20.

Howard, G., Calow, R., Macdonald, A., Bartram, J. (2016). Climate change and water and sanitation: likely impacts and emerging trends for action. *Annual review of environment and resources*, *41*(1), 253-276.

Kartal, V., Yavuz, V., Arıman, S., Kaya, K., Alkanjo, S., Şimşek, O. (2024). Climate change trends in the Southeastern Anatolia region of Türkiye: precipitation and drought. Journal of Water and Climate Change. 15 (12): 5893–5919.

Kim, W., Lee, J., Kim, J., Kim, S. (2019). Assessment of Water Supply Stability for Drought-Vulnerable Boryeong Multipurpose Dam in South Korea Using Future Dry Climate Change Scenarios. Water. *11* (11), 2403.

Klasic, M., Fencl, A., Ekstrom, J. A., Wutich, A., & White, D. D. (2022). Adapting to extreme events: Perspectives of small drinking water system managers on the 2012–2016 California Drought. *Climatic Change*, *170*(26).
Li, Z., Zhao, H., Liu, J., Zhang, J., Shao, Z. (2022). Evaluation and promotion strategy of resilience of urban water supply system under f lood and drought disasters. Scientific Reports, 12, 7404.
Lu, P., Dai, C., Wang, Y., Yang, X., Wang, X. (2025). HEC-RAS-Based Evaluation of Water Supply Reliability in the Dry Season of a Cold Region Reservoir in Mudanjiang, Northeast China. Sustainability. *17* (14), 6302.
MacAllister, D., MacDonald, A., Kebede, S., Godfrey, S., Calow, R. (2020). Comparative performance of rural water supplies during drought. Nature Communications, 11, 1099.
Morote, Á., Olcina, J., Hernández, M. (2019). The Use of Non-Conventional Water Resources as a Means of Adaptation to Drought and Climate Change in Semi-Arid Regions: South-Eastern Spain. Water. *11* (1), 93.
Murgatroyd, A., Gavin, H., Becher, O., Coxon, G., Hunt, D., Fallon, E., Wilson, J., Cuceloglu, G., Hall, J. (2022). Strategic analysis of the drought resilience of water supply systems. Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 380 (2238): 20210292.
Murgatroyd, A., Hall, J. (2020). The Resilience of Inter-basin Transfers to Severe Droughts With Changing Spatial Characteristics, 8.
Okpa, K., Farahmandfar, Z., Negahban-Azar, M. (2024). Developing a Drought Resilience Matrix to Evaluate Water Supply Alternatives. Climate. *12*(5), 66.
Öz, F., Ozelkan, E., Tatli, H. (2024). Comparative analysis of SPI, SPEI, and RDI indices for assessing spatio- temporal variation of drought in Türkiye. Earth Sci. Informatics, 17, 4473-4505.
Rana, I. A. (2020). Disaster and climate change resilience: A bibliometric analysis. *International journal of disaster risk reduction*, *50*, 101839.
Saikia, P., Beane, G., Giné Garriga, R., Avello, P., Ellis, L., Fisher, S., Leten, J., Ruiz-Apilánez, I., Shouler, M., Ward, R., & Jiménez, A. (2022). City Water Resilience Framework: A governance based planning tool to enhance urban water resilience. *Sustainable Cities and Society*, *77*, 103497.
Zaniolo, M., Fletcher, S., Mauter, M. (2023). Multi-scale planning model for robust urban drought response. Environmental Research Letters, 18. 054014.
Zhao, G., Gao, H., Kao, S., Voisin, N., Naz, B. (2018). A modeling framework for evaluating the drought resilience of a surface water supply system under non-stationarity. Journal of Hydrology. 563, 22-32.

YAPAY ZEKA TEMELLİ KURAKLIK TAHMİN MODELLERİNİN AFET PLANLAMASINDAKİ ROLÜ

Bilge BATAR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Merkez, Tokat
ORCID: 0000-0002-6571-8078

ÖZET

Kuraklık afeti, uzun yıllar sonra ortaya çıkan ama etkilerini de uzun süre devam ettiren bir afet olması sebebiyle, afet yönetiminde ve planlamasında büyük öneme sahiptir. Kuraklık, yalnızca bölgesel bir sorun olmamakla birlikte sürdürülebilir geleceği tehdit eden, ekosistemler üzerinde büyük etkiler yaratarak su kaynakları ve beraberinde tarım sektörünü de etkileyen küresel bir tehdittir. Kuraklık tahmini ile ilgili geleneksel yöntemler afetin başlangıcı, şiddeti ve süresini öngörmede yetersiz kalmaktadır. Yapay zeka temelli modeller, son yıllarda kuraklığı tahmin etmede daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışma, kuraklık tahmininde kullanılan Yapay Zeka (YZ) temelli tahmin modellerini detaylı bir şekilde inceleyerek afet planlamasındaki rolünü incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, Uzun-Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağları, Derin Öğrenme, Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), Rastgele Orman (Random Forest) gibi yapay zeka tekniklerinin kuraklık tahmininde kullanımını değerlendirmiştir. Yapay zeka temelli tahminler, afet yönetiminde görev alan yöneticilerin su tedarik ve tarımsal sigorta stratejileri geliştirmelerine, kritik altyapıları kuraklıktan korumak için proaktif risk azaltma stratejileri geliştirmelerine imkan sağlamaktadır. Ayrıca bu modeller, afet yönetimi için karar vericilerin öngörü kapasitesini artırarak daha yerinde ve doğru kararlar almalarına olanak tanımaktadır. Yapılan araştırmalara dayanarak, kuraklık yönetiminde yapay zeka temelli modellerin kullanılması, afetlere dirençli toplumlar oluşturma ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminde bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, yapay zeka, kuraklık tahmin modelleri, afet planlaması

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED DROUGHT PREDICTION MODELS IN DISASTER PLANNING

ABSTRACT

Drought is a crucial consideration in disaster management and planning because its effects persist for a long time, even though it occurs years later. Drought is not just a regional problem; it is a global threat that endangers sustainable futures by having a significant impact on ecosystems, water resources and the agricultural sector. Traditional methods of predicting droughts are insufficient for forecasting the onset, severity and duration of such disasters. In recent years, artificial intelligence-based models have become increasingly popular for this

purpose. This study examines the role of AI-based forecasting models in drought prediction and disaster planning. It evaluates the use of AI techniques such as long short-term memory (LSTM) networks, deep learning, convolutional neural networks (CNNs) and random forest in this context. AI-based forecasts allow disaster management teams to devise strategies for water supply and agricultural insurance, as well as proactive risk mitigation to safeguard critical infrastructure against drought. Furthermore, these models enhance the predictive capabilities of disaster management decision-makers, enabling them to make more timely and accurate decisions. Research suggests that artificial intelligence-based models could be used to create disaster-resilient societies and manage water resources sustainably in the event of a drought.

Keywords: Drought, artificial intelligence, drought prediction models, disaster planning

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimi ile birlikte, tahmin ve yönetim performansını artırmak için yapay zekâ (YZ) teknolojileri birçok alana entegre bir şekilde kullanılmaktadır. Afet yönetimi alanında da önleyici adım atma ve dolayısıyla can ve mal kaybını azaltmak amacıyla önceden tahmin mekanizması kullanmak ehemmiyetlidir (Adikari vd., 2021). Kuraklık afeti, ciddi ekonomik ve sosyal sonuçlar doğurabilen büyük bir doğal afet olarak kabul edilmektedir (Oyounalsoud vd., 2024). Dünya genelinde kuraklık yönetimi ve izleme için farklı endeksler kullanılmaktadır. Yapay zeka (YZ) tabanlı kuraklık tahmin modelleri de, afet planlamasında giderek daha merkezi bir rol oynamaya başlamış olup, tahmin doğruluğu, kuraklık azaltımı ve hazırlığı, öngörü süresi için uygulanabilir ve tahmin edilebilir öngörüler açısından önemli iyileştirmeler sunmaktadır. Geliştirilen yapay zeka tabanlı kuraklık indeksleri, geleneksel indekslerle karşılaştırıldığında daha iyi performans gösterdiği ve bu sebeple daha etkili kuraklık tahmini ve izlenmesine katkıda bulunduğu söylenebilir. Kuraklık afetinin yönetimiyle ilgilenen yetkililere hazırlık aşamasında uygun önlemleri alma noktasında etkili, sağlam ve güvenilir bir tahmin modeli büyük oranda yardımcı olacaktır (Dikshit vd., 2021) Kuraklık yönetimine birçok faktörün yönetime dahil olmasıyla birlikte kuraklığı tahmin etmek son derece belirsizlik içermektedir . Tahmin yöntemlerinden veri odaklı, istatistiksel ve fiziksel teknikler arasında yapay sinir ağları en sağlam yaklaşımlardan birini oluşturmaktadır. Yapay sinir ağlarının dinamik olaylardaki ilişki ağını kolayca kurma yeteneği ile birlikte, doğası gereği çok değişkenli olan kuraklık yönetiminde kullanımı artmıştır. Literatüre bakıldığında Makine Öğrenimi Algoritmalarından (destek vektör makineleri, rastgele ormanlar vb.) Derin Öğrenme (LSTM, CNN vb.) mimarilerine kadar uzanan yapay zeka modelleri, geleneksel olan istatistiksel ve fiziksel modeler ile karşılaştırıldığında kuraklık olaylarının çok değişkenli ve doğrusal olmayan karmaşıklıklarını yakalamada daha üstün performans sergilemektedirler

(Khan vd., 2020; Dikshit ve Pradhan, 2021; Gyaneshwar vd., 2023; Nandgude vd., 2023; Oyounalsoud vd., 2024; Tanriverdi ve Batmaz, 2025). Yapay zeka teknolojilerinin afet yönetim çerçevelerine entegrasyonları ile birlikte erken uyarı, güvenilir risk değerlendirmeleri ve daha etkili kaynak dağılımı sağlanabilir bu durum da kuraklıkların sosyo-ekonomik etkilerini azaltmak için kritik öneme sahiptir (Dikshit ve Pradhan, 2021). Güncel gelişmeler ayrıca model açıklanabilirliği, hibrit modelleme ve uzaktan algılama modellerinin kullanımıyla modellerin dayanıklılığını ve paydaş güvenini artırmanın önemini vurgulamaktadır (Dikshit ve Pradhan, 2021; Dikshit vd., 2021; Li vd., 2022; Huang vd., 2023).

1.1 Yapay Zeka Model Türleri ve Afet Planlamasıyla Entegrasyon

Literatür araştırmasına göre, yapay zeka tabanlı kuraklık tahmin modellerinin afet planlamasına entegrasyonunun son derece etkili olduğunu, geleneksel yöntemlere kıyasla üstün doğruluk, erken uyarı süresi ve uyarlanabilirlik sunduğunu göstermektedir (Khan vd., 2020; Dikshit ve Pradhan, 2021). Yapay zekâ tabanlı modeller—yapay sinir ağları (ANN), destek vektör makineleri (SVM), rastgele ormanlar, derin öğrenme (LSTM, CNN, Transformer) ve hibrit modeller—özellikle doğrusal olmayan ve çok değişkenli verilerde kuraklık tahmin doğruluğunda geleneksel istatistiksel modellerin üzerinde performans göstermektedir (Nandgude vd., 2023; Oyounalsoud vd., 2024). Yapay zeka teknolojileri ile birlikte tahmin yeteneği ve dayanıklılık daha da artmaktadır (Deo vd., 2017; Khan vd., 2020; Azimi vd., 2022). Yapay zeka modelleri, giderek erken uyarı sistemlerine, risk değerlendirme araçlarına ve operasyonel afet yönetim platformlarına entegre edilmekte, hafifletme ve müdahale stratejilerini bilgilendiren zamanında ve mekânsal olarak ayrıntılı tahminler sağlamaktadır (Dikshit vd., 2021; Kikon ve Deka, 2021; Nandgude vd., 2023). Çok modlu verileri işleme yetenekleri (örneğin, uzaktan algılama, iklim indeksleri, toprak nemi) kapsamlı risk haritalaması ve kaynak tahsisini desteklemektedir (Dikshit ve Pradhan, 2021; Li vd., 2022; Oyounalsoud vd., 2024).

SONUÇ

Yapay zekâ tabanlı kuraklık tahmin modelleri, afet planlamasında dönüştürücü bir rol oynayarak üstün doğruluk, erken uyarı süresi ve önlem alma ile hazırlık için uygulanabilir bilgiler sunmaktadır. Hibrit modelleme, açıklanabilirlik ve veri entegrasyonundaki ilerlemeler operasyonel benimsemeyi artırırken, veri kalitesi, yorumlanabilirlik ve ölçeklenebilirlik konusundaki devam eden zorluklar, modellerin potansiyelini tam olarak gerçekleştirebilmek için ele alınmalıdır. Yapay zeka temelli tahminler, afet yönetiminde görev alan yöneticilerin su tedarik ve tarımsal sigorta stratejileri geliştirmelerine, kritik altyapıları kuraklıktan korumak için proaktif risk azaltma stratejileri geliştirmelerine imkan sağlamaktadır. Ayrıca bu modeller,

afet yönetimi için karar vericilerin öngörü kapasitesini artırarak daha yerinde ve doğru kararlar almalarına olanak tanımaktadır. Yapılan araştırmalara dayanarak, kuraklık yönetiminde yapay zeka temelli modellerin kullanılması, afetlere dirençli toplumlar oluşturma ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminde bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapay zekâ tabanlı kuraklık tahmin modelleri, afet planlamasında doğru bilgi, erken uyarı süresi ve önlem alma ile hazırlık için uygulanabilir bilgiler sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, model aktarılabilirliğini artırmaya, sosyal ve politika boyutlarını entegre etmeye ve yapay zeka modellerini farklı afet planlama bağlamlarında uygulanabilir hale getirmeye odaklanmalıdır.

KAYNAKLAR

Adikari, K., Shrestha, S., Ratnayake, D., Budhathoki, A., Mohanasundaram, S., Dailey, M. (2021). Evaluation of artificial intelligence models for flood and drought forecasting in arid and tropical regions. Environ. Model. Softw., 144, 105136.

Azimi, S., Sadatinejad, S., Malekian, A., Jahangir, M. (2022). Application of artificial intelligence hybrid models for meteorological drought prediction. Natural Hazards, 116, 2565-2589.

Deo, R., Tiwari, M., Adamowski, J., Quilty, J. (2017). Forecasting effective drought index using a wavelet extreme learning machine (W-ELM) model. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 31, 1211-1240.

Dikshit, A., Pradhan, B. (2021). Interpretable and explainable AI (XAI) model for spatial drought prediction. The Science of the total environment, 801, 149797.

Dikshit, A., Pradhan, B., Huete, A. (2021). An improved SPEI drought forecasting approach using the long short-term memory neural network. Journal of environmental management, 283, 111979.

Dikshit, A., Pradhan, B., Santosh, M. (2021). Artificial neural networks in drought prediction in the 21st century-A scientometric analysis. Appl. Soft Comput., 114, 108080.

Gyaneshwar, A., Mishra, A., Chadha, U., Vincent, P., Rajinikanth, V., Ganapathy, G., Srinivasan, K. (2023). A Contemporary Review on Deep Learning Models for Drought Prediction. Sustainability. *15*(7), 6160.

Huang, F., Zhang, Y., Zhang, Y., Nourani, V., Li, Q., Li, L., Shangguan, W. (2023). Towards interpreting machine learning models for predicting soil moisture droughts. Environmental Research Letters, 18(7).

Ikram, R. M. A., Wang, M., Moayedi, H., Dehrashid, A. A. (2025). Management and prediction of river flood utilizing optimization approach of artificial intelligence evolutionary algorithms. *Scientific reports*, *15*(1), 22787.

Khan, M., Muhammad, N., El-Shafie, A. (2020). Wavelet based hybrid ANN-ARIMA models for meteorological drought forecasting. Journal of Hydrology, 590, 125380.

Khan, N., Sachindra, D., Shahid, S., Ahmed, K., Shiru, M., Nawaz, N. (2020). Prediction of droughts over Pakistan using machine learning algorithms. Advances in Water Resources, 139, 103562.

Kikon, A., Deka, P. (2021). Artificial intelligence application in drought assessment, monitoring and forecasting: a review. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 36, 1197 - 1214.

Li, Q., Han, X., Liu, Z., He, P., Shi, P., Chen, Q., Du, F. (2022). A novel information changing rate and conditional mutual information based input feature selection method for artificial intelligence drought prediction models. Climate Dynamics, 58, 3405 - 3425.

Nandgude, N., Singh, T., Nandgude, S., Tiwari, M. (2023). Drought Prediction: A Comprehensive Review of Different Drought Prediction Models and Adopted Technologies. Sustainability. *15*(15).

Nearing, G., Cohen, D., Dube, V., Gauch, M., Gilon, O., Harrigan, S., Hassidim, A., Klotz, D., Kratzert, F., Metzger, A., Nevo, S., Pappenberger, F., Prudhomme, C., Shalev, G., Shenzis, S., Tekalign, T., Weitzner, D., Matias, Y. (2024). Global prediction of extreme f loods in ungauged watersheds. Nature, 627, 559 - 563.

Nyamane, S., Elbasit, M., Obagbuwa, I. (2024). Harnessing Deep Learning for Meteorological Drought Forecasts in the Northern Cape, South Africa. International Journal of Intelligent Systems.

Oyounalsoud, M. S., Yilmaz, A. G., Abdallah, M., Abdeljaber, A. (2024). Drought prediction using artificial intelligence models based on climate data and soil moisture. *Scientific reports*, *14*(1), 19700.
Prodhan, F., Zhang, J., Hasan, S., Sharma, T., Mohana, H. (2022). A review of machine learning methods for drought hazard monitoring and forecasting: Current research trends, challenges, and future research directions. Environ. Model. Softw., 149, 105327.
Tanriverdi, I., Batmaz, I. (2025). AI-driven U.S. drought prediction using machine learning and deep learning. Climate Dynamics, 63, 249.

HEMŞİRELİKTE EKİP DİNAMİKLERİ: İŞ BİRLİĞİ, GÜVEN VE İLETİŞİMİN BAKIM KALİTESİNE ETKİSİ

Fatma AZİZOĞLU
Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Alibeyköy Campus
ORCID: 0000-0002-7102-9797
Banu TERZİ
Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus
ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET

Sağlık hizmetlerinin çok disiplinli yapısı, hemşirelik ekiplerinin etkili iş birliği, güven ve iletişim temellerinde çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Ekip dinamikleri, hemşirelerin klinik karar verme süreçlerini, rol uyumunu ve bakımın sürekliliğini doğrudan etkileyen kritik bir unsurdur. Bu çalışma, hemşirelikte ekip dinamiklerinin bakım kalitesi üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlayan güncel bir literatür incelemesidir. PubMed, Scopus, Web of Science ve CINAHL veri tabanlarında 2014–2024 yılları arasında yayımlanan tam metin ve açık erişimli çalışmalar "nursing teamwork", "collaboration", "trust", "communication", "quality of care" anahtar sözcükleriyle taranmış, içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Literatüre göre, hemşirelik ekiplerinde yüksek düzeyde iş birliğinin hataları azalttığını, etik karar verme süreçlerini güçlendirdiğini ve hasta güvenliği göstergelerini iyileştirdiğini göstermektedir. Güven temelli ekip ilişkilerinin ekip dayanıklılığını artırdığı, rol çatışmalarını azalttığı ve çalışan bağlılığını yükselttiği belirlenmiştir. Ayrıca etkili iletişim; kritik hasta bakımında zaman yönetimini iyileştirmekte, ekip içi koordinasyonu artırmakta ve bakımın bütüncül olarak sunulmasını desteklemektedir. Literatür, iletişim eksikliğinin bakım gecikmeleri, ilaç hataları ve klinik sonuçlarda olumsuzluklara neden olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, iş birliği, güven ve iletişime dayalı güçlü ekip dinamiklerinin hemşirelik bakım kalitesini artırdığı; hasta güvenliği, memnuniyet ve klinik sonuçlar üzerinde anlamlı iyileşmeler yarattığı belirlenmiştir. Bu bağlamda sağlık yöneticilerinin ekip içi iletişim eğitimleri, takım koçluğu programları ve güven kültürünü güçlendirmeye yönelik liderlik uygulamalarını sistematik biçimde desteklemesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Ekip Dinamikleri, İş Birliği, Güven, Bakım Kalitesi

TEAM DYNAMICS IN NURSING: THE IMPACT OF COLLABORATION, TRUST, AND COMMUNICATION ON QUALITY OF CARE

ABSTRACT

The multidisciplinary nature of healthcare services necessitates that nursing teams operate on the foundations of effective collaboration, trust, and communication. Team dynamics are a critical component that directly influences nurses' clinical decision-making processes, role clarity, and the continuity of care. This study is a contemporary literature review aiming to analyze the impact of team dynamics on the quality of nursing care. Full-text and open-access studies published between 2014 and 2024 in PubMed, Scopus, Web of Science, and CINAHL were reviewed using the keywords "nursing teamwork," "collaboration," "trust," "communication," and "quality of care," and evaluated through content analysis. According to the literature, a high level of collaboration within nursing teams reduces errors, strengthens ethical decision-making processes, and improves patient safety indicators. Trust-based team relationships enhance team resilience, reduce role conflicts, and increase employee engagement. Furthermore, effective communication improves time management in critical care, enhances intra-team coordination, and supports the delivery of holistic care. The literature also indicates that communication deficiencies may lead to care delays, medication errors, and adverse clinical outcomes. In conclusion, team dynamics grounded in collaboration, trust, and communication significantly enhance the quality of nursing care and lead to meaningful improvements in patient safety, satisfaction, and clinical outcomes. Therefore, it is recommended that healthcare administrators systematically support communication training, team coaching practices, and leadership approaches that strengthen a culture of trust.

Keywords: Nursing, Team Dynamics, Collaboration, Trust, Quality of Care

1.GİRİŞ

Sağlık hizmetleri, artan hasta karmaşıklığı, teknolojik yoğunluk ve çok disiplinli çalışma zorunluluğu nedeniyle ekip temelli bir yapıya dönüşmüştür. Bu dönüşüm sürecinde hemşirelik hizmetleri, hasta bakımının sürekliliğini sağlayan temel meslek grubu olarak ekip dinamiklerinden doğrudan etkilenmektedir. Güncel literatür, hemşirelikte ekip çalışmasının niteliğinin; bakım kalitesi, hasta güvenliği, hemşire iş doyumu ve hasta memnuniyeti gibi temel çıktıların belirleyicilerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Aiken et al., 2013; WHO, 2020). Ekip dinamikleri; yalnızca bireyler arası ilişkilerle sınırlı olmayan, örgütsel iklim, liderlik yaklaşımları, profesyonel roller ve iletişim yapıları tarafından şekillenen çok boyutlu bir olgudur (Cummings et al.,2018). Hemşirelikte ekip dinamiklerinin zayıf olduğu ortamlarda iletişim hataları, rol çatışmaları ve bakımda süreksizlik daha sık görülmekte; buna karşılık güçlü

ekip dinamiklerine sahip kurumlarda hasta güvenliği olaylarının azaldığı ve bakım sonuçlarının iyileştiği bildirilmektedir (Manser, 2009). Bu çalışma, hemşirelikte ekip dinamiklerini iş birliği, güven ve iletişim boyutları üzerinden ele alarak; bu dinamiklerin bakım kalitesi ve hasta güvenliği üzerindeki etkilerini kuramsal ve kavramsal açıdan incelemeyi amaçlamaktadır.

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Ekip dinamikleri, ortak bir hedef doğrultusunda çalışan bireylerin etkileşim biçimlerini, rollerini ve karar alma süreçlerini kapsayan dinamik bir sistemdir. Hemşirelik bağlamında bu sistem; hasta merkezli bakım anlayışı doğrultusunda disiplinlerarası iş birliği, karşılıklı güven ve etkili iletişim ile şekillenmektedir (Reeves et al., 2017). Kuramsal olarak ekip dinamikleri; sosyal değişim kuramı, psikolojik güvenlik kuramı ve yüksek güvenilirlik organizasyonları yaklaşımlarıyla açıklanmaktadır. Sosyal değişim kuramı, ekip üyeleri arasındaki güven ve iş birliğinin karşılıklılık ilkesine dayandığını savunurken (Cropanzano & Mitchell, 2005), psikolojik güvenlik kuramı ekip üyelerinin hata yapma veya görüş bildirme konusunda kendilerini güvende hissetmelerinin öğrenme ve kaliteyi artırdığını vurgulamaktadır (Edmondson, 2018). HRO yaklaşımı ise sağlık kurumlarında ekip temelli çalışmanın hata önleme ve hasta güvenliği açısından kritik olduğunu ileri sürmektedir (Weick & Sutcliffe, 2015). Bu kuramsal yaklaşımlar, hemşirelikte ekip dinamiklerinin yalnızca "iyi çalışma ilişkileri" değil, bakım kalitesini üreten yapısal bir mekanizma olduğunu göstermektedir.

2.1.Hemşirelikte Ekip Dinamiklerinin Boyutları

Bakım kalitesi ve hasta güvenliği, yalnızca klinik teknik yeterlilikle açıklanamayacak ölçüde çok boyutlu çıktılardır. Özellikle hastane ortamında bakım süreçleri; nöbet devirleri, birimler arası transferler, multidisipliner kararlar, hızlı klinik değişimler ve yüksek iş yükü nedeniyle "koordinasyon yoğun" bir nitelik taşır. Bu koşullarda bakımın güvenli biçimde sürekliliği, ekip içi iş birliği, güven ve iletişimin etkinliğine bağlıdır. Hasta güvenliği alanındaki kanıtlar, bakım sürecinde iletişim kopukluklarının ve devir süreçlerindeki bilgi kayıplarının önlenebilir zarar riskini artırdığını; standartlaştırılmış devir yaklaşımlarının bu riski azaltmaya dönük temel stratejiler arasında yer aldığını vurgular (WHO, 2007). Buna paralel biçimde, yapılandırılmış iletişim araçlarına ilişkin sistematik kanıtlar, hasta güvenliği üzerinde olumlu sonuçların ortaya çıkabildiğini ancak etkinliğin uygulama bağlamına, liderlik desteğine ve süreç entegrasyonuna duyarlı olduğunu göstermektedir (Müller et al., 2018). Öte yandan ekip dinamiklerinin bakım kalitesine etkisi, yalnızca iletişim araçlarıyla açıklanamaz. Ekip içinde güvenin, özellikle de psikolojik güvenliğin varlığı; hataları bildirme, riskleri dile getirme ve öğrenme davranışlarını belirleyerek hasta güvenliği kültürünü şekillendirir (Ito et al., 2021). Ayrıca hemşirelik iş gücünde tükenmişliğin artması; bakım kalitesi, hasta güvenliği ve hasta memnuniyetiyle

olumsuz ilişkili bulunmuştur; bu da ekip dinamiklerini "çalışan refahı" ile "hasta çıktıları" arasında köprü kuran bir yönetim alanı hâline getirmektedir (Li et al., 2024).

2.1.1.İş Birliği ve Profesyonel Roller

Hemşirelikte iş birliği, hemşirelerin diğer sağlık profesyonelleriyle (hekimler, fizyoterapistler, diyetisyenler vb.) ortak karar alma süreçlerine katılımını ve bakımın koordinasyonunu ifade etmektedir. Disiplinlerarası iş birliği, bakım süreçlerinde bütüncül yaklaşımın benimsenmesini sağlamakta ve klinik sonuçları iyileştirmektedir (Reeves et al., 2017). Araştırmalar, etkili ekip iş birliğinin bakımda sürekliliği artırdığını, klinik hataları azalttığını ve hasta memnuniyetini yükselttiğini göstermektedir (Schmutz & Manser, 2013). Hemşirelerin profesyonel rollerinin net tanımlanmadığı ve karar süreçlerine yeterince dahil edilmediği ortamlarda ise iş birliğinin zayıfladığı ve bakım kalitesinin olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (Almost et al., 2016). Rol netliğinin sağlandığı ve hemşirelerin klinik karar süreçlerine aktif olarak katıldığı ekiplerde; bakım hatalarının azaldığı, klinik kötüleşmenin daha erken fark edildiği ve hasta sonuçlarının iyileştiği bildirilmektedir (Almost et al., 2016). Buna karşılık, rol belirsizliğinin ve hiyerarşik baskının yoğun olduğu ekiplerde iş birliği zayıflamakta ve bakım kalitesi olumsuz etkilenmektedir.

2.1.2. Güven Kültürü, Psikolojik Güvenlik ve Örgütsel İklim

Güven, ekip üyelerinin birbirlerinin yetkinliğine ve profesyonel sorumluluklarına duyduğu inancı ifade etmektedir. Psikolojik güvenlik ise ekip üyelerinin cezalandırılma korkusu olmadan görüşlerini ifade edebilmesi, hataları bildirebilmesi ve riskleri dile getirebilmesidir (Edmondson, 2018). Psikolojik güvenliğin yüksek olduğu ekiplerde hemşirelerin bakım süreçlerine aktif katılım gösterdiği, hasta güvenliği olaylarını daha sık bildirdiği ve kalite iyileştirme çalışmalarına katkı sunduğu belirtilmektedir (Ito et al., 2021). Buna karşılık, güven eksikliği olan ortamlarda savunmacı iletişim biçimleri gelişmekte ve bu durum bakım hatalarının gizlenmesine yol açabilmektedir (Weaver et al., 2014). Bu bağlamda güven kültürü ve psikolojik güvenlik, hemşirelikte bakım kalitesini dolaylı değil, doğrudan etkileyen temel unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

2.1.3. Etkili İletişim, Hasta Güvenliği ve Bakım Kalitesi

Etkili iletişim, ekip dinamiklerinin merkezinde yer almakta ve hasta güvenliği açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Sağlık hizmetlerinde meydana gelen olumsuz olayların önemli bir bölümünün iletişim hatalarından kaynaklandığı bildirilmektedir (WHO, 2017). Hemşirelikte etkili iletişim; doğru, zamanında ve yapılandırılmış bilgi paylaşımını içermekte; standart iletişim araçlarının kullanımı bakım hatalarının önlenmesinde etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Müller et al., 2018). Ancak iletişim araçlarının tek başına yeterli olmadığı; liderlik

desteği, ekip kültürü ve geri bildirim mekanizmalarıyla birlikte ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

2.2. Ekip Dinamiklerinin Bakım Kalitesi, Hasta Güvenliği ve Çalışan Sonuçları Üzerindeki Etkileri

Ekip dinamikleri, hemşirelik bakımının kalitesini ve hasta güvenliğini yalnızca teknik uygulamalar üzerinden değil; örgütsel davranış, klinik karar verme süreçleri ve çalışan refahı aracılığıyla çok katmanlı biçimde etkilemektedir. Literatürde ekip çalışması, güven ve iletişimin bakım sonuçları üzerindeki etkisi; çoğunlukla dolaylı, aracılı ve karşılıklı ilişkiler ağı içinde ele alınmaktadır. Bu durum, ekip dinamiklerini "bağımsız bir değişken" olmaktan ziyade, bakım kalitesini üreten yapısal bir bağlam olarak konumlandırmaktadır. Ekip dinamiklerinin bakım kalitesi üzerindeki etkisi, hem doğrudan bakım süreçleri hem de hemşirelerin iş deneyimi üzerinden ortaya çıkmaktadır. Güçlü ekip dinamiklerine sahip kurumlarda hemşire iş doyumunun arttığı, tükenmişlik düzeyinin azaldığı ve hasta memnuniyetinin yükseldiği bildirilmektedir (Laschinger & Read, 2016).

2.2.1.Bakım Kalitesi Üzerindeki Etkiler: Klinik Süreçler ve Karar Verme

Bakım kalitesi, hemşirelikte yalnızca uygulanan girişimlerin doğruluğu değil; bakımın zamanlaması, sürekliliği, koordinasyonu ve bireyselleştirilmesi ile ilişkilidir. Etkili ekip dinamikleri, özellikle klinik karar verme süreçlerinde hemşirelerin bilgi, gözlem ve klinik sezgilerinin ekip kararlarına yansıtılmasını mümkün kılar. Bu durum, erken uyarı sinyallerinin (vital bulgu değişimleri, klinik kötüleşme belirtileri) zamanında fark edilmesini ve uygun müdahalelerin gecikmeden başlatılmasını sağlar. Ekip çalışmasının zayıf olduğu ortamlarda ise bakım, bireysel çabaların toplamına indirgenmekte; bilgi parçalanmakta ve bakımda süreksizlik ortaya çıkmaktadır. Bu tür ortamlarda bakım kalitesinin "kişiye bağımlı" hale geldiği ve sistematik kalite iyileştirme girişimlerinin sınırlı kaldığı bildirilmektedir (Manser, 2009). Buna karşılık, güçlü ekip dinamiklerine sahip kurumlarda bakım süreçleri daha öngörülebilir, standartlara uyum daha yüksek ve kalite göstergeleri daha istikrarlıdır (Aiken et al., 2013). Tükenmişliğin hasta güvenliği, bakım kalitesi ve hasta memnuniyeti ile olumsuz ilişkili olduğu; ekip çalışması ve örgütsel destek mekanizmalarının bu ilişkide koruyucu rol oynadığı meta-analitik düzeyde ortaya konmuştur (Garcia et al., 2019; Li et al., 2024). Bu durum, ekip dinamiklerinin yalnızca bakım kalitesini değil, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini de etkilediğini göstermektedir

2.2.3. Hasta Güvenliği Üzerindeki Etkiler: Hata Önleme ve Öğrenen Sistemler

Hasta güvenliği literatürü, ekip dinamiklerini hata önleme stratejilerinin merkezine yerleştirmektedir. Sağlık hizmetlerinde meydana gelen advers olayların önemli bir bölümünün,

bireysel bilgi eksikliğinden çok iletişim kopuklukları, rol belirsizlikleri ve hiyerarşik sessizlik ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (WHO, 2017). Psikolojik güvenliğin yüksek olduğu ekiplerde hemşireler, klinik riskleri dile getirme, hataları raporlama ve süreç iyileştirme önerileri sunma konusunda daha istekli davranmaktadır. Bu durum, hasta güvenliğini tehdit eden olayların gizlenmesi yerine görünür hale gelmesini ve kurumsal öğrenmenin desteklenmesini sağlamaktadır (Edmondson, 2018). Yüksek güvenilirlik organizasyonları yaklaşımı da, güvenli bakımın temelinde hatasız bireylerden ziyade hatalardan öğrenebilen ekipler bulunduğunu vurgulamaktadır (Weick & Sutcliffe, 2015). Buna karşılık, güven kültürünün zayıf olduğu ortamlarda savunmacı davranışlar gelişmekte; hatalar bireysel başarısızlık olarak algılanmakta ve bu durum hasta güvenliği risklerini artırmaktadır. Dolayısıyla ekip dinamikleri, hasta güvenliğini doğrudan etkileyen "koruyucu" ya da "risk artırıcı" bir bağlam oluşturmaktadır.

2.2.3.Çalışan Sonuçları Üzerindeki Etkiler: İş Doyumu, Tükenmişlik ve Mesleki Bağlılık

Ekip dinamiklerinin bakım kalitesi üzerindeki etkisi, büyük ölçüde hemşirelerin iş deneyimi üzerinden dolaylı olarak gerçekleşmektedir. Hemşirelikte iş doyumu ve tükenmişlik, bakım kalitesi ve hasta güvenliği ile güçlü biçimde ilişkilidir. Meta-analiz çalışmaları, tükenmişliğin hasta güvenliği olayları, düşük bakım kalitesi ve hasta memnuniyetsizliği ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Garcia et al., 2019; Li et al., 2024). Güçlü ekip dinamiklerine sahip çalışma ortamlarında hemşirelerin algılanan destek düzeyi artmakta, rol çatışmaları azalmakta ve mesleki özerklik güçlenmektedir. Bu durum, hemşirelerin iş doyumunu artırmakta ve tükenmişliği azaltmaktadır. Tersine, ekip içi çatışmaların yoğun olduğu, iletişimin zayıf ve güvenin düşük olduğu ortamlarda duygusal tükenme ve işten ayrılma niyeti daha sık görülmektedir. Bu bağlamda ekip dinamikleri, yalnızca "çalışan memnuniyeti" meselesi değil; bakım kalitesi ve hasta güvenliği için stratejik bir insan gücü politikası aracı olarak değerlendirilmelidir.

2.2.4. Hasta Memnuniyeti ve Hizmet Deneyimi Boyutu

Hasta memnuniyeti, bakım kalitesinin hasta perspektifinden yansımasıdır ve ekip dinamiklerinden doğrudan etkilenmektedir. Ekip içi iletişimin etkili olduğu ortamlarda bakım mesajları tutarlı olmakta, hastalar kendilerini daha güvende hissetmekte ve bakım sürecine daha fazla katılım göstermektedir. Buna karşılık ekip içi uyumsuzluk, hastaya yansıyan çelişkili bilgiler ve güvensizlik duygusu yaratabilmektedir. Araştırmalar, hemşirelerin iş doyumunun ve ekip çalışması algısının yüksek olduğu birimlerde hasta memnuniyetinin de anlamlı biçimde arttığını göstermektedir (Aiken et al., 2013). Bu durum, ekip dinamiklerinin hasta deneyimini dolaylı değil, doğrudan etkileyen bir unsur olduğunu göstermektedir. Ekip dinamiklerinin bakım kalitesi, hasta güvenliği ve çalışan sonuçları üzerindeki etkileri; birbirini besleyen

döngüsel bir yapı içinde gerçekleşmektedir. Güçlü ekip dinamikleri, hemşirelerin iş doyumunu artırarak tükenmişliği azaltmakta; bu durum bakım kalitesini ve hasta güvenliğini iyileştirmekte; olumlu hasta sonuçları ise ekip motivasyonunu ve kurumsal bağlılığı güçlendirmektedir. Tersi durumda ise olumsuz bir döngü ortaya çıkmakta ve bakım kalitesi giderek zayıflamaktadır. Bu nedenle ekip dinamikleri, hemşirelik yönetiminde yalnızca "destekleyici bir unsur" değil, bakım kalitesini üreten temel bir sistem bileşeni olarak ele alınmalıdır.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hemşirelikte ekip dinamikleri; iş birliği, güven/psikolojik güvenlik ve iletişim üzerinden bakım kalitesi ve hasta güvenliğini çok katmanlı biçimde etkiler. Güçlü ekip dinamikleri, hemşirelerin mesleki doyumunu artırmakta, tükenmişliği azaltmakta ve hasta bakım sonuçlarını iyileştirmektedir. Kanıtlar, standardize iletişim uygulamalarının güvenlik çıktılarıyla ilişkili olabileceğini; psikolojik güvenliğin ekip öğrenmesini ve riskleri dile getirmeyi güçlendirdiğini; tükenmişliğin ise kalite, güvenlik ve memnuniyetle olumsuz ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda sağlık kurumlarının, ekip dinamiklerini destekleyen yönetim politikalarını kurumsal öncelik haline getirmeleri ve bu dinamikleri kalite yönetim sistemleriyle entegre etmeleri önerilmektedir. Gelecek araştırmaların, ekip dinamiklerinin nesnel bakım ve güvenlik göstergeleriyle ilişkisini inceleyen müdahale temelli çalışmalara odaklanması, hemşirelik yönetimi literatürüne önemli katkılar sağlayacaktır. Bu nedenle kurumlar; ekip dinamiklerini "eğitim" ile sınırlı bir faaliyet değil, rol tasarımı, süreç standardizasyonu, iklim yönetimi, liderlik davranışları, ölçme/değerlendirme döngüsü ile bütünleşik bir kalite yönetimi stratejisi olarak ele almalıdır. Araştırma tarafında ise, psikolojik güvenlik ve ekip dinamikleri çalışmalarının daha fazla nesnel güvenlik ve kalite göstergesi ile desteklenmesi, bulguların politika düzeyine taşınabilirliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

Aiken, L. H., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van den Heede, K., Sermeus, W., & RN4CAST Consortium (2013). Nurses' reports of working conditions and hospital quality of care in 12 countries in Europe. *International journal of nursing studies*, *50*(2), 143–153. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.11.009

Almost, J., Wolff, A. C., Stewart-Pyne, A., McCormick, L. G., Strachan, D., & D'Souza, C. (2016). Managing and mitigating conflict in healthcare teams: an integrative review. *Journal of advanced nursing*, *72*(7), 1490–1505. https://doi.org/10.1111/jan.12903

Cropanzano, R., & Mitchell, M. S. (2005). Social Exchange Theory: An Interdisciplinary Review. *Journal of Management*, *31*(6), 874-900. https://doi.org/10.1177/0149206305279602

Cummings, G. G., Tate, K., Lee, S., Wong, C. A., Paananen, T., Micaroni, S. P. M., & Chatterjee, G. E. (2018). Leadership styles and outcome patterns for the nursing workforce and work environment: A systematic review. *International journal of nursing studies*, *85*, 19–60. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.016

Edmondson, A. C. (2018). *The fearless organization: Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth.* Wiley.
Garcia, C. L., Abreu, L. C., Ramos, J. L. S., Castro, C. F. D., Smiderle, F. R. N., Santos, J. A. D., & Bezerra, I. M. P. (2019). Influence of Burnout on Patient Safety: Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina*, *55*(9), 553. https://doi.org/10.3390/medicina55090553
Ito, A., Sato, K., Yumoto, Y., et al. (2021). A concept analysis of psychological safety: Further understanding for application to health care. *Nursing Open, 9*(1), 467–489. https://doi.org/10.1002/nop2.1086.
Laschinger, H. K. S., & Read, E. A. (2016). The effect of authentic leadership, person–job fit, and civility norms on new graduate nurses' experiences of coworker incivility and burnout. *Journal of Nursing Management, 24*(2), 161–170. https://doi.org/10.1111/jonm.12318
Li, L. Z., Yang, P., Singer, S. J., Pfeffer, J., Mathur, M. B., & Shanafelt, T. (2024). Nurse Burnout and Patient Safety, Satisfaction, and Quality of Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA network open*, *7*(11), e2443059. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.43059
Manser T. (2009). Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*, *53*(2), 143–151. https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01717.x
Müller, M., Jürgens, J., Redaèlli, M., Klingberg, K., Hautz, W. E., & Stock, S. (2018). Impact of the communication and patient hand-off tool SBAR on patient safety: A systematic review. *BMJ Open, 8*(8), e022202. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022202.
Reeves, S., Pelone, F., Harrison, R., Goldman, J., & Zwarenstein, M. (2017). Interprofessional collaboration to improve professional practice and healthcare outcomes. *The Cochrane database of systematic reviews*, *6*(6), CD000072. https://doi.org/10.1002/14651858.CD000072.pub3
Schmutz, J., & Manser, T. (2013). Do team processes really have an effect on clinical performance? A systematic literature review. *British journal of anaesthesia*, *110*(4), 529–544. https://doi.org/10.1093/bja/aes513
Weaver, S. J., Dy, S. M., & Rosen, M. A. (2014). Team-training in healthcare: a narrative synthesis of the literature. *BMJ quality & safety*, *23*(5), 359–372. https://doi.org/10.1136/bmjqs-2013-001848
Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2015). *Managing the unexpected: Sustained performance in a complex world* (3rd ed.). Wiley.
World Health Organization. (2007). *Communication during patient hand-overs* (Patient Safety Solutions).https://cdn.who.int/media/docs/default-source/patient-safety/patient-safety-solutions/ps-solution3-communication-during-patient-handovers.pdf
World Health Organization. (2017). *Communication during patient hand-overs.* World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2017.7
World Health Organization. (2020). *State of the world's nursing 2020: Investing in education, jobs and leadership.* World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240003279

KLİNİK HEMŞİRE LİDERLİĞİNDE KANITA DAYALI YÖNETİM MODELİ: ETKİLERİ, ENGELLER VE FIRSATLAR

Fatma AZİZOĞLU
Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing,Alibeyköy Campus
ORCID: 0000-0002-7102-9797
Banu TERZİ
Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus
ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET

Klinik hemşire liderliği, hasta bakım süreçlerinin etkin yönetilmesi, ekip performansının artırılması ve güvenli bakım kültürünün oluşturulmasında kritik bir role sahiptir. Kanıta dayalı yönetim (KDY) modeli, hemşire liderlerin karar alma süreçlerini araştırma bulguları, klinik veriler, mesleki uzmanlık ve hasta tercihleri gibi çok boyutlu kanıtlarla desteklemesini sağlayarak liderlik uygulamalarını güçlendirmektedir. Bu çalışma, klinik hemşire liderliğinde kanıta dayalı yönetim modelinin etkilerini, uygulanma sürecindeki engelleri ve ortaya çıkardığı fırsatları değerlendirmeyi amaçlayan güncel bir literatür incelemesidir. PubMed, Web of Science, Scopus ve CINAHL veri tabanlarında "evidence-based management", "clinical nurse leadership", "decision-making" ve "quality of care" anahtar sözcükleri ile ulaşılan çalışmalar incelenmiştir. Literatüre göre KDY modeli; bakım kalitesini artırmakta, hata oranlarını azaltmakta, klinik karar süreçlerini hızlandırmakta ve hemşirelik liderliğinde hesap verebilirliği güçlendirmektedir. Ancak zaman kısıtı, araştırma okuryazarlığının sınırlı olması, kanıta erişim güçlükleri ve yoğun klinik iş yükü modelin uygulanmasında önemli engeller olarak tanımlanmaktadır. Öte yandan dijital sağlık verilerinin yaygınlaşması, karar destek sistemlerinin gelişmesi ve kanıta dayalı liderlik eğitimlerinin artması klinik hemşire liderleri için önemli fırsatlar sunmaktadır. Sonuç olarak, KDY modelinin sistematik biçimde desteklenmesi hemşirelik liderliğinin etkinliğini ve bakım sonuçlarını anlamlı düzeyde iyileştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanıta Dayalı Yönetim, Klinik Hemşire Liderliği, Bakım Kalitesi

EVIDENCE-BASED MANAGEMENT MODEL IN CLINICAL NURSE LEADERSHIP: EFFECTS, BARRIERS, AND OPPORTUNITIES

ABSTRACT

Clinical nurse leadership plays a critical role in the effective management of patient care processes, enhancing team performance, and fostering a culture of safe care. The evidence-based management (EBM) model strengthens leadership practices by enabling nurse leaders to support their decision-making processes with multidimensional evidence, including research findings, clinical data, professional expertise, and patient preferences. This study presents a

contemporary literature review that aims to evaluate the effects of the evidence-based management model in clinical nurse leadership, as well as the barriers to its implementation and the opportunities it offers. Studies accessed from PubMed, Web of Science, Scopus, and CINAHL databases using the keywords “evidence-based management,” “clinical nurse leadership,” “decision-making,” and “quality of care” were reviewed.

According to the literature, the EBM model improves quality of care, reduces error rates, accelerates clinical decision-making, and strengthens accountability in nursing leadership. However, limited research literacy, time constraints, difficulties accessing evidence, and heavy clinical workloads are identified as major barriers to implementing the model. On the other hand, the widespread availability of digital health data, the advancement of decision-support systems, and the expansion of evidence-based leadership training programs present significant opportunities for clinical nurse leaders. In conclusion, systematically supporting the EBM model enhances the effectiveness of nursing leadership and contributes to meaningful improvements in care outcomes.

Keywords: Evidence-Based Management, Clinical Nurse Leadership, Quality of Care

1. GİRİŞ

Sağlık sistemleri, hızla değişen hasta profilleri, teknolojik gelişmeler ve kalite ve güvenlik beklentilerindeki artış nedeniyle giderek daha karmaşık bir yapıya bürünmektedir. Bu bağlamda hemşirelik hizmetleri, bakımın sürekliliğini sağlaması ve hasta ile en yoğun teması kurması nedeniyle yönetsel kararların sonuçlarından doğrudan etkilenmektedir. Klinik hemşire liderleri; personel yönetimi, bakım süreçlerinin koordinasyonu, kalite iyileştirme ve hasta güvenliği uygulamalarında kilit roller üstlenmektedir. Geleneksel yönetim yaklaşımlarında kararlar çoğunlukla deneyime, sezgiye veya yerleşik uygulamalara dayanırken; güncel literatür, bu yaklaşımın karmaşık sağlık ortamlarında sürdürülebilir kalite üretmekte yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu noktada KDY, klinik hemşire liderliği için güçlü bir paradigma olarak öne çıkmaktadır (Pfeffer & Sutton, 2006).

Sağlık hizmetlerinin giderek karmaşıklaşan yapısı, klinik ortamlarda alınan yönetsel kararların yalnızca deneyime veya geleneksel uygulamalara dayandırılmasını yetersiz kılmaktadır. Artan hasta güvenliği riskleri, sınırlı kaynaklar, nitelikli hemşire iş gücü gereksinimi ve bakım kalitesi beklentileri; sağlık kurumlarında kanıta dayalı yaklaşımların benimsenmesini zorunlu hale getirmiştir (Aiken et al., 2013; WHO, 2020). Bu bağlamda klinik hemşire liderliği, yalnızca bakım süreçlerini koordine eden bir rol olmanın ötesine geçerek, bilimsel kanıtları yönetsel kararlara entegre eden stratejik bir işlev üstlenmektedir. KDY, yönetsel kararların en iyi mevcut bilimsel kanıtlar, klinik veriler, yöneticinin mesleki deneyimi ve paydaşların (hasta ve

çalışanlar) değerleri doğrultusunda şekillendirilmesini ifade eden çok boyutlu bir yaklaşımdır (Briner et al., 2009). Hemşirelikte kanıta dayalı uygulamalar uzun süredir klinik bakım odağında ele alınmakla birlikte, kanıta dayalı yönetim anlayışının klinik hemşire liderliği bağlamında yeterince sistematik biçimde ele alınmadığı görülmektedir. Oysa klinik hemşire liderlerin personel planlaması, hasta güvenliği uygulamaları, ekip yönetimi, kalite iyileştirme ve kaynak kullanımı gibi kararları, doğrudan hasta ve çalışan sonuçlarını etkilemektedir.

Bu çalışma, klinik hemşire liderliğinde kanıta dayalı yönetim modelini kavramsal bir çerçevede ele almayı; modelin bakım kalitesi, hasta güvenliği ve çalışan sonuçları üzerindeki etkilerini tartışmayı; uygulama sürecinde karşılaşılan engelleri ve ortaya çıkan fırsatları değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kanıta Dayalı Yönetim Kavramı

Kanıta dayalı yönetim, tıpkı kanıta dayalı tıp ve hemşirelikte olduğu gibi, karar verme süreçlerinde sistematik ve eleştirel bir yaklaşımı esas alır. Bu yaklaşım; bilimsel araştırma bulguları, örgütsel ve klinik veriler, yöneticinin mesleki uzmanlığı ve hasta ve çalışanların değerleri olmak üzere dört temel kanıt kaynağının bütüncül biçimde kullanılmasını öngörür (Briner et al., 2009).

Hemşirelik yönetimi bağlamında KDY, klinik uygulamaların standardizasyonunu desteklerken, aynı zamanda yerel bağlamın ve hasta profilinin dikkate alınmasını mümkün kılar. Klinik hemşire liderler, bu model aracılığıyla yalnızca "ne yapılmalı?" sorusuna değil, "hangi koşullarda, kim için ve hangi kaynaklarla?" sorularına da yanıt üretebilmektedir.

2.2. Klinik Hemşire Liderliğinde Kanıta Dayalı Yönetimin Temel Bileşenleri

Klinik hemşire liderliğinde KDY modeli üç temel bileşen etrafında şekillenmektedir: kanıta dayalı karar verme, liderlik davranışları ve örgütsel bağlam.

Kanıta dayalı karar verme süreci; klinik sorunun tanımlanması, ilgili literatürün sistematik biçimde taranması, kanıtların eleştirel değerlendirilmesi ve elde edilen bulguların klinik bağlama uyarlanmasını içerir. Bu süreç, hemşire liderlerin sezgisel ya da geleneksel uygulamalar yerine, nesnel verilere dayalı kararlar almasını desteklemektedir (Gerrish et al., 2011).

Liderlik davranışları; kanıta dayalı yönetimin uygulanabilirliğinde kritik rol oynamaktadır. Dönüştürücü ve etik liderlik yaklaşımlarını benimseyen klinik hemşire liderlerin, ekiplerini kanıta dayalı uygulamalara daha fazla teşvik ettiği; öğrenme kültürünü desteklediği ve değişime dirençle daha etkili başa çıktığı bildirilmektedir (Cummings et al., 2018).

Örgütsel bağlam; KDY'nin sürdürülebilirliğini belirleyen bir diğer önemli unsurdur. Yönetim desteği, eğitim olanakları, veri erişimi ve kalite iyileştirme altyapısı; klinik hemşire liderlerin kanıta dayalı karar alma kapasitesini doğrudan etkilemektedir (Melnyk et al., 2014).

2.3. Kanıta Dayalı Yönetimin Klinik ve Örgütsel Etkileri

Literatür, klinik hemşire liderliğinde kanıta dayalı yönetimin bakım kalitesi ve hasta güvenliği üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Yeterli hemşire sayısı, uygun iş yükü dağılımı ve standartlaştırılmış bakım süreçlerinin kanıta dayalı biçimde yönetildiği kurumlarda; mortalite oranlarının azaldığı, hasta memnuniyetinin arttığı ve advers olayların daha düşük düzeyde olduğu bildirilmektedir (Aiken et al., 2013).

Çalışan sonuçları açısından bakıldığında, KDY yaklaşımının hemşirelerin iş doyumunu artırdığı, tükenmişliği azalttığı ve örgütsel bağlılığı güçlendirdiği görülmektedir. Kanıta dayalı yönetim uygulamaları, çalışanların karar süreçlerine katılımını destekleyerek psikolojik güvenliği ve ekip içi güveni artırmaktadır (Laschinger & Read, 2016).

2.4. Klinik Hemşire Liderliğinde Kanıta Dayalı Yönetimin Etkileri

2.4.1. Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği

Klinik hemşire liderliğinde KDY uygulamaları, bakım süreçlerinin standardizasyonunu ve kalite iyileştirme girişimlerinin sistematik biçimde yürütülmesini desteklemektedir. Araştırmalar, kanıta dayalı yönetim anlayışının benimsendiği kurumlarda hasta güvenliği olaylarının azaldığını ve bakım kalitesi göstergelerinde iyileşmeler görüldüğünü ortaya koymaktadır (Melnyk et al., 2014).

Kanıta dayalı yönetim, hemşire liderlerin klinik uygulamalara ilişkin riskleri öngörmesini ve önleyici stratejiler geliştirmesini kolaylaştırmakta; böylece güvenli bakım kültürünün kurumsallaşmasına katkı sağlamaktadır.

2.4.2. Çalışan Sonuçları ve Örgütsel Performans

KDY'nin bir diğer önemli etkisi, hemşirelerin iş doyumu ve mesleki bağlılığı üzerindedir. Kanıta dayalı karar süreçlerine dahil edilen hemşirelerin, yönetsel kararlara duydukları güvenin arttığı ve tükenmişlik düzeylerinin azaldığı bildirilmektedir. Bu durum, personel devrinin azalmasına ve ekip performansının güçlenmesine katkı sağlamaktadır.

2.5. Kanıta Dayalı Yönetim Uygulamalarında Karşılaşılan Engeller

Klinik hemşire liderliğinde KDY'nin yaygınlaşmasını sınırlayan engeller, çoğunlukla bireysel ve örgütsel düzeyde ortaya çıkmaktadır.

2.5.1. Bireysel Düzeyde Engeller

- Hemşire yöneticilerin araştırma okuryazarlığı ve kanıtları yorumlama becerilerinin sınırlı olması
- Zaman yetersizliği ve iş yükü
- Kanıta dayalı karar vermeye yönelik motivasyon eksikliği

2.5.2. Örgütsel Düzeyde Engeller

- Kurumsal veri altyapısının yetersizliği
- Kanıta dayalı uygulamaları desteklemeyen örgütsel kültür
- Üst yönetim desteğinin sınırlı olması.

Bu engeller, KDY'nin teorik olarak benimsenmesine rağmen uygulamada sürdürülebilir sonuçlar üretmesini zorlaştırmaktadır (Rousseau, 2012).

2.5.3. Klinik Hemşire Liderliği Açısından Fırsatlar

Tüm bu engellere karşın, KDY klinik hemşire liderliği için önemli fırsatlar sunmaktadır. Dijital sağlık teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte veri erişiminin artması, kalite ve performans göstergelerinin daha etkin izlenmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca, liderlik gelişim programlarının yaygınlaşması ve kanıta dayalı uygulamalara yönelik eğitimlerin artması, hemşire liderlerin bu alandaki yetkinliklerini güçlendirmektedir. KDY'nin benimsenmesi, klinik hemşire liderlerini yalnızca "uygulayıcı" değil; bilgiye dayalı stratejik karar vericiler konumuna taşımaktadır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Klinik hemşire liderliğinde kanıta dayalı yönetim modeli, sağlık hizmetlerinde kalite ve güvenliğin artırılması açısından stratejik bir araçtır. Bu model, hemşire liderlerin yönetsel kararlarını bilimsel kanıtlarla desteklemesini sağlarken; hasta, çalışan ve örgüt düzeyinde çok boyutlu kazanımlar sunmaktadır. Ancak literatür, KDY'nin uygulanmasında zaman kısıtlılığı, araştırma okuryazarlığının yetersizliği, örgütsel destek eksikliği ve değişime direnç gibi önemli engellerin varlığını da ortaya koymaktadır. Bu bağlamda sağlık kurumlarına ve hemşirelik yönetimine yönelik şu öneriler sunulabilir: Klinik hemşire liderler için kanıta dayalı yönetim ve araştırma okuryazarlığına yönelik sürekli eğitim programları geliştirilmeli; yönetsel kararların veri temelli alınmasını destekleyecek bilgi sistemleri güçlendirilmelidir. Ayrıca üst yönetim, kanıta dayalı uygulamaları teşvik eden bir örgüt kültürü oluşturarak liderlere yapısal destek sağlamalıdır. Gelecekte yapılacak araştırmaların, klinik hemşire liderliğinde kanıta

dayalı yönetim uygulamalarının hasta güvenliği göstergeleri, kalite ölçütleri ve maliyet etkinliği üzerindeki etkilerini inceleyen müdahale temelli ve uzunlamasına çalışmalara odaklanması önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, hemşirelik yönetimi literatüründe kanıta dayalı yönetimin kuramsal ve uygulamalı temellerini daha da güçlendirecektir.

Klinik hemşire liderliğinde kanıta dayalı yönetim modeli, bakım kalitesini ve hasta güvenliğini artıran, çalışan sonuçlarını iyileştiren stratejik bir yönetim yaklaşımıdır. Ancak bu modelin etkin biçimde uygulanabilmesi, bireysel yetkinliklerin geliştirilmesi ve örgütsel düzeyde destekleyici yapıların oluşturulmasına bağlıdır. Gelecek araştırmaların, KDY uygulamalarının klinik ve yönetsel çıktılar üzerindeki etkilerini ölçen müdahale temelli çalışmalara odaklanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aiken, L. H., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van den Heede, K., Sermeus, W., & RN4CAST Consortium (2013). Nurses' reports of working conditions and hospital quality of care in 12 countries in Europe. *International journal of nursing studies*, *50*(2), 143–153. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.11.009

Briner, R. B., Denyer, D., & Rousseau, D. M. (2009). Evidence-based management: Concept cleanup time? *Academy of Management Perspectives, 23*(4), 19–32. https://doi.org/10.5465/amp.23.4.19

Cummings, G. G., Tate, K., Lee, S., Wong, C. A., Paananen, T., Micaroni, S. P. M., & Chatterjee, G. E. (2018). Leadership styles and outcome patterns for the nursing workforce and work environment: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies, 85*, 19–60. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.016

Gerrish, K., McDonnell, A., Nolan, M., Guillaume, L., Kirshbaum, M., & Tod, A. (2011) The role of advanced practice nurses in knowledge brokering as a means of promoting evidence-based practice among clinical nurses. Journal of Advanced Nursing, 67 (9). 2004-2014. ISSN 0309-2402

Laschinger, H. K., & Read, E. A. (2016). The Effect of Authentic Leadership, Person-Job Fit, and Civility Norms on New Graduate Nurses' Experiences of Coworker Incivility and Burnout. *The Journal of nursing administration*, *46*(11), 574–580. https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000407

Melnyk, B. M., Gallagher-Ford, L., Long, L. E., & Fineout-Overholt, E. (2014). The establishment of evidence-based practice competencies for practicing registered nurses and advanced practice nurses in real-world clinical settings: proficiencies to improve healthcare quality, reliability, patient outcomes, and costs. *Worldviews on evidence-based nursing*, *11*(1), 5–15. https://doi.org/10.1111/wvn.12021

Pfeffer, J., & Sutton, R. I. (2006). Evidence-based management. *Harvard Business Review, 84*(1), 62–74.https://hbr.org/2006/01/evidence-based-management

Rousseau, Denise M., ' Envisioning Evidence-Based Management', in Denise M. Rousseau (ed.), *The Oxford Handbook of Evidence-Based Management*, Oxford Library of Psychology (OxfordAcademic,18.Sept.2012), https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199763986.013.0001

World Health Organization. (2020). *State of the world's nursing 2020: Investing in education, jobs and leadership.* World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240003279

DİYABETES MELLİTUSTA ANTİNÜKLEER ANTİKOR POZİTİFLİĞİNİN İNCELENMESİ

Faruk DİŞLİ
Bingöl University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Department of Basic Medical Sciences, 12000, Bingöl
ORCID: 0000-0002-0531-2746
Sedat YILDIZ
İnönü University, Faculty of Medicine, Department of Basic Medical Sciences, Physiology
ORCID: 0000-0002-7872-790X

ÖZET

Diyabetes mellitus (DM), kronik inflamasyon ve doku hasarıyla seyreden metabolik bir hastalık olup bağışıklık sistemi yanıtlarında da çeşitli değişikliklere yol açabilmektedir. Bu sürekli inflamatuvar ortamın, otoantijen salınımını artırarak otoantikor üretimini tetikleyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda, en yaygın otoantikor türlerinden biri olan antinükleer antikorların (ANA) diyabetli bireylerdeki sıklığını, sağlıklı bireylerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçladık.

Araştırmaya 19 DM'li birey (5 erkek, 14 kadın) ve yaş-cinsiyet açısından benzer 19 sağlıklı birey (5 erkek, 14 kadın) dahil edilmiştir. DM tanısı katılımcıların kendi beyan ettikleri, klinik olarak doğrulanmış mevcut tanılarına dayanmıştır. Araştırma öncesinde Bingöl Üniversitesi Rektörlüğü Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (10/14). Çalışma retrospektif tasarlanmış olup analizlerde katılımcılara ait arşiv serum örnekleri kullanılmıştır. ANA düzeyleri anti-dsDNA, anti-ENA (Ekstrakte Edilebilir Nükleer Antijenler) ve HEp-2 nükleus bazlı yöntemlerle değerlendirilmiş; elde edilen optik dansite değerleri OD/Cut-off formülüyle indekse dönüştürülmüştür. İndeks değeri ≥1 olan örnekler pozitif, <1 olan örnekler ise negatif olarak kabul edilmiştir.

Sağlıklı bireyler ile DM grubunun yaş (45,3 ± 6,5 vs. 46,7 ± 7,2; p = 0,773) ve BMI değerleri (27,3 ± 2,3 vs. 29,4 ± 4,2; p = 0,910) arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Anti-dsDNA pozitifliği sağlıklılarda %26,3 (5/19), DM grubunda ise %57,9 (11/19) oranında olup DM grubunda anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (p = 0,011). Anti-ENA pozitifliği sağlıklı grupta %21,1 (4/19), DM grubunda %31,6 (6/19) olarak belirlenmiş ve DM grubunda anlamlı farklılık göstermiştir (p = 0,043). HEp-2 nükleus pozitifliği ise iki grup arasında benzer bulunmuştur (sağlıklı %21,1; diyabet %26,3; p = 0,644).

Anti-dsDNA ve anti-ENA pozitifliğinin DM grubunda daha yüksek bulunması, diyabete eşlik eden kronik inflamasyonun otoantikor üretimini artırabilme olasılığından kaynaklanabilir. Buna karşın HEp-2 nükleus paternlerinin iki grupta benzer düzeylerde saptanması, diyabetteki immün aktivitenin her otoantikor hedefinde aynı derecede belirgin olmayabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes mellitus, otoantikor, antinükleer antikor, anti-dsDNA, anti-ENA

EXAMINATION OF ANTINUCLEAR ANTIBODY POSITIVITY IN DIABETES MELLITUS

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder characterized by chronic inflammation and tissue damage, leading to various alterations in immune responses. This persistent inflammatory milieu is thought to increase the release of autoantigens and potentially trigger autoantibody production. Therefore, this study aimed to evaluate the frequency of antinuclear antibodies (ANA), one of the most common autoantibody types, in individuals with diabetes by comparing them with healthy controls.

The study included 19 individuals with DM (5 males, 14 females) and 19 age- and sex-matched healthy controls (5 males, 14 females). The diagnosis of DM was based on participants' self-reported, clinically confirmed existing diagnoses. Ethical approval for the study was obtained from the Bingöl University Health Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee (10/14). The study was designed retrospectively, and archived serum samples from participants were used for the analyses. ANA levels were assessed using anti-dsDNA, anti-ENA (Extractable Nuclear Antigens), and HEp-2 nucleus–based methods. Optical density values obtained from the assays were converted into index values using the OD/Cut-off formula, with index values ≥1 considered positive and <1 negative.

No significant differences were observed between the healthy and DM groups regarding age (45.3 ± 6.5 vs. 46.7 ± 7.2; p = 0.773) or BMI (27.3 ± 2.3 vs. 29.4 ± 4.2; p = 0.910). Anti-dsDNA positivity was 26.3% (5/19) in healthy individuals and 57.9% (11/19) in the DM group, demonstrating a significantly higher rate in participants with diabetes (p = 0.011). Anti-ENA positivity was detected in 21.1% (4/19) of the healthy group and 31.6% (6/19) of the DM group, showing a significant difference between groups (p = 0.043). HEp-2 nucleus positivity, on the other hand, was similar between the groups (healthy: 21.1%; DM: 26.3%; p = 0.644).

The higher frequencies of anti-dsDNA and anti-ENA positivity in the DM group may be attributed to the possibility that chronic inflammation associated with diabetes enhances

autoantibody production. Conversely, the similar HEp-2 nucleus patterns observed in both groups suggest that immune activation in diabetes may not uniformly affect all autoantibody targets.

Keywords: Diabetes mellitus, autoantibody, antinuclear antibody, anti-dsDNA, anti-ENA

1. GİRİŞ

Diyabetes mellitus (DM), temel olarak glukoz metabolizmasındaki bozukluklarla karakterize edilen kronik bir hastalıktır. Bununla birlikte hastalığın etkileri yalnızca glisemik kontrol sorunlarıyla sınırlı kalmamakta; zamanla dokularda hasara ve süreğen bir inflamatuvar yanıtın gelişimine de zemin hazırlamaktadır (1-3). Kalıcı inflamasyonun hakim olduğu bu biyolojik ortam, hücre bütünlüğünün bozulmasına ve immün sistem aktivitesinin çeşitli yönlerden değişmesine neden olabilmektedir. Hücresel yıkım ve yenilenmenin arttığı bu süreçte nükleer bileşenlere yönelik immün maruziyetin artması, DM'nin metabolik bir bozukluk olmasının ötesine geçerek bağışıklık sistemi üzerinde de belirgin etkiler oluşturabileceğini düşündürmektedir (4).

Antinükleer antikorlar (ANA), hücre çekirdeğinde bulunan DNA, histon proteinleri, ribonükleoprotein kompleksleri ve diğer nükleer bileşenlere karşı gelişen otoantikorları ifade eder (5). Bu otoantikorlar, sistemik lupus eritematozus ve Sjögren sendromu gibi bağ dokusu hastalıklarında yüksek sıklıkta pozitiflik göstermeleri nedeniyle uzun süredir otoimmünitenin temel serolojik belirteçleri arasında kabul edilmektedir (6). Vücutta bu antikorlar, hedef aldıkları nükleer yapılara bağlanarak immün komplekslerin oluşmasına, komplement aktivasyonunun tetiklenmesine ve inflamatuvar süreçlerin sürdürülmesine katkıda bulunabilir (5,7). Bunun sonucunda doku hasarı artabilir veya var olan inflamatuvar süreçler daha belirgin hâle gelebilir. Bu nedenle ANA pozitifliği yalnızca spesifik otoimmün hastalıkların göstergesi değil, aynı zamanda doku hasarı, hücresel yıkım ve immün aktivasyonun arttığı farklı klinik durumlarda da karşımıza çıkabilen geniş bir biyolojik yanıtın yansımasıdır.

Diyabetes mellitusun eşlik eden inflamatuvar süreçleri ve hücresel stresin zamanla artması, bazı nükleer yapıların immün sistem tarafından tanınmasına daha açık bir ortam oluşturabilir. Hücre döngüsü ve apoptozis hızındaki değişikliklerle birlikte nükleer antijenlerin daha sık açığa çıkması, immün toleransın belirli yönlerini etkileyerek otoantikor oluşumuna zemin hazırlayabilecek bir biyolojik durum ortaya çıkarabilir (8). Bu nedenle diyabetli bireylerde ANA pozitifliğinin görülebilme olasılığının arttığı ve bu yanıtın hastalığa eşlik eden inflamatuvar ortamla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmamızın amacı, diyabetes mellituslu bireylerde ANA pozitifliğinin sıklığını değerlendirmek ve bu bulguları sağlıklı bireylerle karşılaştırmaktır.

2. MATERYAL ve METOD

Deney gruplarının oluşturulması

Mevcut araştırma retrospektif olarak planlandı ve araştırma öncesi Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan etik onay alındı (28.20.2025, 10/14). Çalışmaya, 19 DM'li birey (5 erkek, 14 kadın) ve yaş-cinsiyet açısından benzer 19 sağlıklı bireyin (5 erkek, 14 kadın) serum önekleri dahil edildi. DM tanısı katılımcıların kendi beyan ettikleri, klinik olarak doğrulanmış mevcut tanılarına dayandırıldı. Sağlıklı bireyler ise kendi beyanlarına göre hiçbir kronik veya otoimmun hastalığı olmayan kişilerden oluşturuldu.

ANA ölçümleri

ANA analizleri daha önce geliştirdiğimiz ve validasyonunu yaptığımız anti-dsDNA, anti-ENA ve anti-Hep2 nükleus testleri kullanılarak yapıldı (9). dsDNA testinde antijenik kaynak olarakcalf timus DNA'sı kullanılırken ENA testinde ise Sm, nRNP, La/SS-B, ve Jo-1 antijen karışımı kullanıldı. Ölçümler, indirek ELISA test yöntemine göre tasarlandı. Serum örnekleri 1/100 oranında seyreltilerek, negatif ve pozitif kontrol örnekleriyle birlikte kuyucuklara eklendi. Daha sonra, biyotin ile konjuge edilmiş anti-human IgG ve streptavidin peroksidaz ilave edildi. Her solüsyon eklenmeden önce, plakalar %0.05 Tween içeren çözeltisi ile üç kez yıkandı. Son olarak, kromojenik substrat olarak tetrametilbenzidin (TMB) eklendi ve reaksiyon %11'lik H_2SO_4 ile durduruldu. Plakalar, ardından 450 nm dalga boyunda bir spektrofotometre ile okundu.

ANA Sonuçlarının Hesaplanması

Cut-off değeri şu formül ile hesaplandı: *Negatif kontrol optik yoğunluğu (OD) x 1,5*

Örneklerin OD değerleri, aşağıdaki formül kullanılarak antikor indeksi (Ab index)'ne dönüştürüldü: *Ab indeksi = Serum OD / Cut-off OD*

Bu değerlere göre; Ab indeksi <1.0 olan örnekler ANA IgG negatif, Ab indeksi >1.0 olan örnekler ise ANA IgG pozitif olarak değerlendirildi. Testler, pozitif kontrolün Ab indeksi >1.1, negatif kontrolün ise <0.9 olması şartıyla geçerli sayıldı.

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Katılımcıların Demografik Özellikleri

Sağlıklı bireyler ile DM grubunun demografik özellikleri karşılaştırıldığında, gruplar arasında yaş ve beden kitle indeksi (BMI) açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Sağlıklı bireylerde yaş aralığı 32–59 yıl, DM grubunda ise 37–62 yıl olarak belirlenmiştir. BMI değerleri sağlıklı

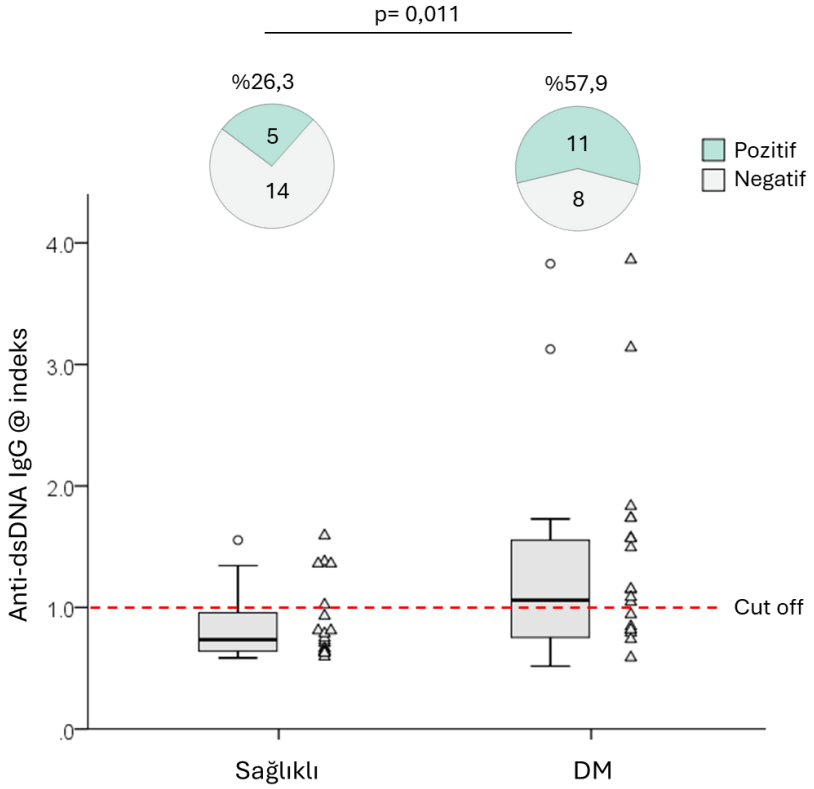
grupta 23,8–31 kg/m², DM grubunda ise 21,2–38,3 kg/m² aralığında bulunmuştur. Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin ayrıntılı veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri

	Sağlıklı (n=19)	DM (n=19)	p değeri
Yaş	45,3 ± 6,5	46,7 ± 7,2	0,773
BKI	27,3 ± 2,3	29,4 ± 4,2	0,910

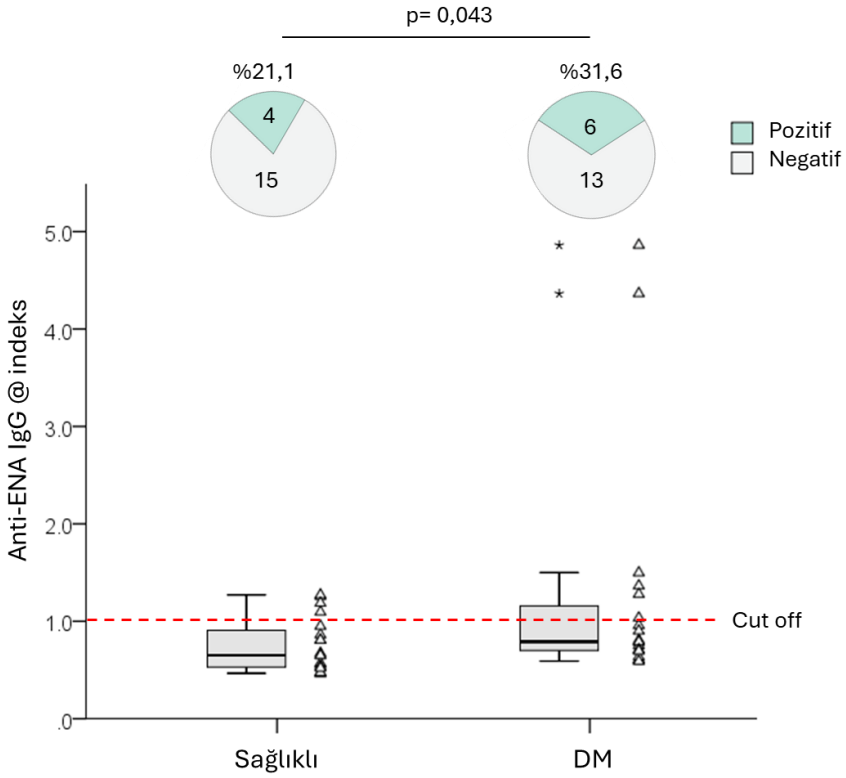
ANA düzeylerinin değerlendirilmesi

Anti-dsDNA pozitifliği sağlıklı bireylerde %26,3 (5/19) oranında saptanırken, diyabet DM grubunda bu oran %57,9 (11/19) olarak belirlenmiştir (şekil 1). Anti-dsDNA pozitifliği DM grubunda sağlıklı bireylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (p = 0,011).



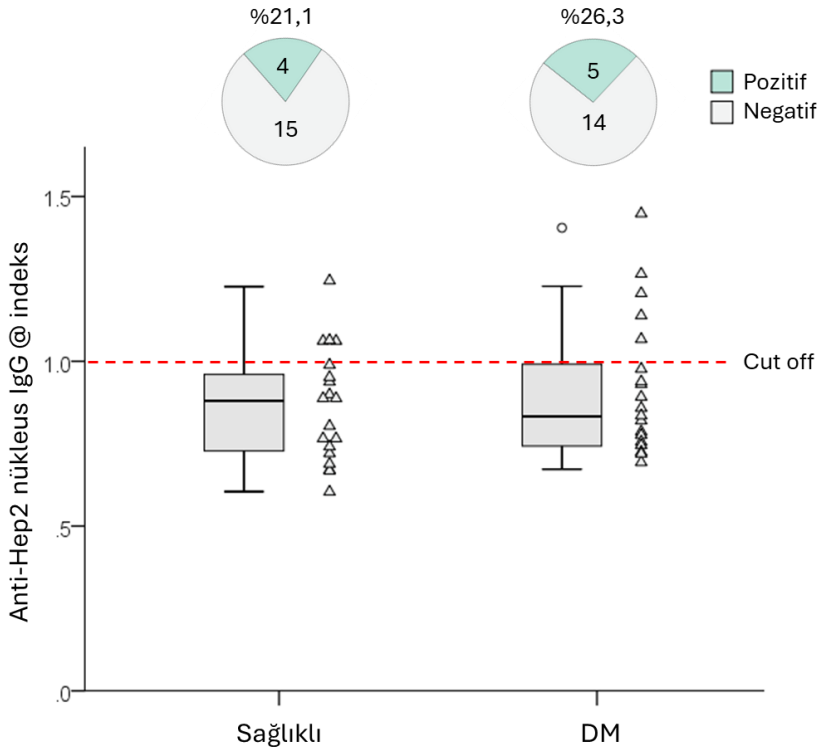
Şekil 1. Sağlıklı bireyler ve DM grubunda anti-dsDNA indeks değerlerinin dağılımı. Kesikli yatay çizgi, anti-dsDNA için belirlenen pozitiflik cut-off indeks değerini temsil etmektedir. Üst kısımda yer alan dairesel grafikler, her iki grupta anti-dsDNA pozitif ve negatif bireylerin sayısal dağılımını göstermektedir. Tüm istatistiksel karşılaştırmalar, anti-dsDNA sonuçlarının indeks değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Anti-ENA pozitifliği sağlıklı grupta %21,1 (4/19) olarak saptanırken, DM grubunda %31,6 (6/19) oranında belirlenmiştir. Anti-ENA pozitifliğinin DM grubunda anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür (p = 0,043).



Şekil 2. Sağlıklı bireyler ve DM grubunda anti-ENA indeks değerlerinin dağılımı. Kesikli yatay çizgi, anti-ENA için belirlenen pozitiflik cut-off indeks değerini ifade etmektedir. Üst bölümde yer alan dairesel grafikler, gruplara göre anti-ENA pozitif ve negatif bireylerin sayısal dağılımını özetlemektedir. Gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler, anti-ENA ölçümlerinin indeks değerleri esas alınarak yapılmıştır.

HEp-2 nükleus pozitifliği sağlıklı bireylerde %21,1, DM grubunda ise %26,3 olarak bulunmuştur. HEp-2 nükleus pozitifliği açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p = 0,644).



Şekil 3. Sağlıklı bireyler ve DM grubunda HEp-2 nükleus indeks değerlerinin dağılımı. Kesikli yatay çizgi, HEp-2 nükleus pozitifliği için kullanılan cut-off indeks değerini ifade etmektedir. Şeklin üst bölümünde yer alan dairesel grafikler, her iki grupta HEp-2 nükleus pozitif ve negatif olguların sayısal dağılımını göstermektedir. Tüm karşılaştırmalar, HEp-2 nükleus ölçümlerinin indeks temelli sonuçları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, DM tanılı bireyler ile sağlıklı kontrollerde ANA düzeyleri üç farklı yöntem kullanılarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bulgularımız, DM grubunda anti-dsDNA ve anti-ENA pozitifliğinin sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu ortaya koyarken, HEp-2 nükleus pozitifliği açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

DM grubunda belirli ANA alt tiplerinin daha yüksek saptanmış olması, diyabetin yalnızca metabolik bir hastalık olmayıp aynı zamanda bağışıklık sistemiyle etkileşim içinde seyreden bir durum olabileceğini düşündürmektedir (10,11). Kronik hiperglisemiye bağlı metabolik stres, hücresel hasar ve artmış apoptoz, nükleer antijenlerin dolaşıma salınmasını kolaylaştırarak otoantikor üretimine katkıda bulunabilir (12). Ryan et al. (2009) diyabet gelişimi ve diyabete bağlı komplikasyonlarda inflamatuvar hücre aracılı apoptozun, özellikle β-hücre hasarı ile mikro- ve makrovasküler hedef organ hasarının ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığını bildirmiştir (13). Bu süreçte artmış apoptoz sonucu açığa çıkan hücresel ve nükleer komponentlerin immün sisteme sunulmasının, otoantijen yükünü artırarak ANA oluşumunu tetikleyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, DM'de sıkça bildirilen düşük dereceli

kronik inflamasyonun, immün tolerans mekanizmalarını zayıflatarak otoantikor yanıtına yatkınlığı artırabileceği düşünülmektedir (14,15). Yimagou et al., 2013 diyabet ve inflamasyon arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu, inflamatuvar yanıtın insülin direncine katkıda bulunduğunu ve hiperglisemi varlığında daha da artabildiğini bildirmiştir (16).

Bununla birlikte, HEp-2 nükleus pozitifliğinin gruplar arasında benzer bulunması, DM'deki otoantikor artışının yaygın ve non-spesifik bir ANA yanıtından ziyade, belirli otoantijenlere yönelik sınırlı bir immün aktivasyonla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir.

SONUÇ

Diyabet mellitusun yalnızca metabolik bir bozukluk olarak değil, aynı zamanda bağışıklık sistemiyle etkileşim içinde seyreden çok boyutlu bir durum olarak ele alınması gerekmektedir. Diyabette kronik inflamasyon, hücresel stres ve apoptoz gibi süreçlerin otoantikor yanıtının şekillenmesinde rol oynayabileceği düşünülmektedir. ELISA yöntemiyle değerlendirilen ANA alt tipleri arasında gözlenen farklılıklar, diyabette immün aktivasyonun tek tip ve yaygın bir otoimmün yanıt yerine, belirli otoantijenlere yönelik sınırlı bir yanıtla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, çalışmanın retrospektif tasarımı nedeniyle ANA pozitif bireylerde zaman içinde herhangi bir otoimmün hastalık gelişip gelişmediği değerlendirilememiştir. Bu ilişkinin klinik anlamının ve olası prognostik değerinin ortaya konulabilmesi için, prospektif ve uzunlamasına çalışmalar gereklidir.

REFERANS

1- Poznyak, A., Grechko, A. V., Poggio, P., Myasoedova, V. A., Alfieri, V., & Orekhov, A. N. (2020). The diabetes mellitus–atherosclerosis connection: The role of lipid and glucose metabolism and chronic inflammation. International journal of molecular sciences, 21(5), 1835.

2- Naidoo, V., Naidoo, M., & Ghai, M. (2018). Cell-and tissue-specific epigenetic changes associated with chronic inflammation in insulin resistance and type 2 diabetes mellitus. *Scandinavian journal of immunology*, *88*(6), e12723.

3-Zozulinska, D., & Wierusz-Wysocka, B. (2006). Type 2 diabetes mellitus as inflammatory disease. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *74*(2), S12-S16.

4-Itariu, B. K., & Stulnig, T. M. (2014). Autoimmune aspects of type 2 diabetes mellitus-a mini-review. *Gerontology*, *60*(3), 189-196.

5-Pisetsky, D. S. (2017). Antinuclear antibody testing—misunderstood or misbegotten?. *Nature Reviews Rheumatology*, *13*(8), 495-502.

6-Frodlund, M., Dahlström, Ö., Kastbom, A., Skogh, T., & Sjöwall, C. (2013). Associations between antinuclear antibody staining patterns and clinical features of systemic lupus erythematosus: analysis of a regional Swedish register. *BMJ open*, *3*(10), e003608.

7-Veglia, M., D'Ippolito, S., Marana, R., Di Nicuolo, F., Castellani, R., Bruno, V., ... & Di Simone, N. (2015). Human IgG antinuclear antibodies induce pregnancy loss in mice by increasing immune complex deposition in placental tissue: in vivo study. *American Journal of Reproductive Immunology*, *74*(6), 542-552.

8-Ramírez-Sandoval, R., Sánchez-Rodríguez, S. H., Herrera-van Oostdam, D., Avalos-Díaz, E., & Herrera-Esparza, R. (2003). Antinuclear antibodies recognize cellular autoantigens driven by apoptosis. *Joint Bone Spine*, *70*(3), 187-194.

9-Dişli, F., & Yıldız, S. (2025). Prevalence of anti-nuclear antibodies in COVID-19 patients: a remarkable 2.5-fold rise compared to healthy controls. *Irish Journal of Medical Science (1971-)*, *194*(2), 717-724.
10-Pihoker, C., Gilliam, L. K., Hampe, C. S., & Lernmark, A. (2005). Autoantibodies in diabetes. *Diabetes*, *54*(suppl_2), S52-S61.
11-Herawati, E., Susanto, A., & Sihombing, C. N. (2017). Autoantibodies in diabetes mellitus. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, *1*(2), 58-64.
12-Van den Oever, I. A., Raterman, H. G., Nurmohamed, M. T., & Simsek, S. (2010). Endothelial dysfunction, inflammation, and apoptosis in diabetes mellitus. *Mediators of inflammation*, *2010*(1), 792393.
13-Ryan, A., Murphy, M., Godson, C., & Hickey, F. B. (2009). Diabetes mellitus and apoptosis: inflammatory cells. *Apoptosis*, *14*(12), 1435-1450.
14-Itariu, B. K., & Stulnig, T. M. (2014). Autoimmune aspects of type 2 diabetes mellitus-a mini-review. *Gerontology*, *60*(3), 189-196.
15- Pietropaolo, M., Barinas-Mitchell, E., & Kuller, L. H. (2007). The heterogeneity of diabetes: unraveling a dispute: is systemic inflammation related to islet autoimmunity?. *Diabetes*, *56*(5), 1189-1197.
16-Lontchi-Yimagou, E., Sobngwi, E., Matsha, T. E., & Kengne, A. P. (2013). Diabetes mellitus and inflammation. *Current diabetes reports*, *13*(3), 435-444.

In silico Analysis of Missense SNPs in the CHD8 Gene Associated with Autism

Mustafa ÇİÇEK
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Ozdag Faculty of Science, Biology Department, 70100, Karaman
ORCID: 0000-0002-7109-6500

ABSTRACT

Chromodomain-helicase-DNA-binding protein 8 (CHD8) has emerged as one of the most consistently implicated genes in autism spectrum disorder (ASD). As a transcriptional regulator, CHD8 governs essential biological processes, including chromatin remodeling, neuronal development, and the Wnt/β-catenin signaling pathway. CHD8 haploinsufficiency is known to disrupt neuronal proliferation and cortical development, leading to macrocephaly and a characteristic ASD phenotype. Given the central role of genetic variation in pathophysiology, determining the functional impact of coding variants within the CHD8 gene is of particular importance. In this study, 3,122 missense SNPs, retrieved from dbSNP and ClinVar databases and filtered through rigorous quality control, were evaluated using a comprehensive *in silico* analysis strategy. Pathogenicity was assessed using nine different prediction algorithms (SIFT4G, SuSPect, FATHMM, FATHMM-XF, PANTHER, LIST-S2, MutationTaster2021, PolyPhen-2 HumDiv/HumVar), identifying 46 variants classified as "pathogenic" by consensus. By integrating these variants with AlphaFold pLDDT scores, 13 critical candidate SNPs with high structural confidence (pLDDT ≥ 90) were isolated. Structural analyses (Missense3D, I-Mutant 2.0, MuPro) revealed that 12 of these candidates decrease protein stability, and 9 induce steric damage in the 3D structure. In conclusion, this study prioritizes variants with the highest potential to disrupt CHD8 function, providing a robust dataset for clinical screening and experimental validation studies.

Keywords: CHD8, Missense SNP, Autism Spectrum Disorder, *in silico* Analysis, Pathogenicity Prediction

OTİZMLE İLİŞKİLİ CHD8 GENİNDEKİ MİSSENSE SNP'LERİN *İN SİLİCO* ANALİZİ

ÖZET

Chromodomain-helicase-DNA-binding protein 8 (CHD8), otizm spektrum bozukluğu (ASD) ile en güçlü şekilde ilişkilendirilen genlerden biri olarak son yıllarda dikkat çekmektedir. CHD8; kromatin düzenlenmesi, nöronal gelişim ve Wnt/β-katenin sinyal yolağı gibi temel biyolojik süreçleri yöneten kritik bir transkripsiyonel düzenleyicidir. CHD8 haployetmezliğinin nöronal proliferasyon ve kortikal gelişimi bozarak makrosefali ve karakteristik ASD fenotipine

yol açtığı bilinmektedir. Genetik çeşitliliğin patofizyolojideki rolü göz önüne alındığında, *CHD8* genindeki kodlayıcı varyantların fonksiyonel etkilerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, dbSNP ve ClinVar veritabanlarından elde edilen ve filtreleme işlemleri sonucu belirlenen 3.122 adet missense SNP, kapsamlı bir *in silico* analiz stratejisi ile incelenmiştir. Patojenite tahmini için 9 farklı algoritma (SIFT4G, SuSPect, FATHMM, FATHMM-XF, PANTHER, LIST-S2, MutationTaster2021, PolyPhen-2 HumDiv/HumVar) kullanılmış ve tüm araçların ortak kararıyla (konsensus) "patojenik" bulunan 46 varyant belirlenmiştir. Bu varyantların AlphaFold pLDDT skorları ile entegre edilmesi sonucunda, yüksek yapısal güvenilirliğe sahip (pLDDT ≥ 90) 13 kritik aday SNP izole edilmiştir. Yapısal analizler (Missense3D, I-Mutant 2.0, MuPro), bu adaylardan 12'sinin protein stabilitesini düşürdüğünü ve 9'unun 3 boyutlu yapıda sterik hasara yol açtığını göstermiştir. Sonuç olarak bu çalışma, *CHD8* işlevini bozma potansiyeli en yüksek varyantları önceliklendirerek, klinik taramalar ve deneysel validasyon çalışmaları için güçlü bir veri seti sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: CHD8, Missense SNP, Otizm Spektrum Bozukluğu, *in silico* Analiz, Patojenite Tahmini

1. INTRODUCTION

In eukaryotic cells, nuclear DNA is wrapped around histone proteins to organize into a compact structure known as chromatin. The transition between transcriptionally active (open) and repressed (closed) chromatin states dictates the accessibility of DNA to transcription factors, thereby playing a pivotal role in the precise spatiotemporal regulation of gene expression. The regulation of these chromatin states is mediated by epigenetic mechanisms that include histone modifications and chromatin remodeling (Jaenisch & Bird, 2003; Tyagi et al., 2016). Mounting evidence suggests that epigenetic regulators contribute significantly to the onset and progression of neurodevelopmental and psychiatric disorders (Murgatroyd et al., 2010; Zhang & Meaney, 2010).

Mutations in genes encoding chromatin regulators (CRs) have been identified as the genetic basis for numerous neurodevelopmental syndromes (Krumm et al., 2014; Murgatroyd & Spengler, 2012). Among the examined CR family members, *Chromodomain Helicase DNA-binding 8* (CHD8) has emerged, particularly in recent years, as a high-confidence risk gene for autism spectrum disorder (ASD) (Barnard et al., 2015). As a chromatin remodeler expressed in nearly all cell types with transcriptional regulatory functions, CHD8 influences a multitude of biological processes, including cell cycle progression, cell adhesion, neuronal development, myelination, and synaptogenesis (Weissberg & Elliott, 2021).

Large-scale genomic studies, particularly whole-exome sequencing efforts based on trio analyses, have demonstrated that heterozygous *de novo* mutations in *CHD8* constitute a highly penetrant genetic risk for ASD (Bernier et al., 2014; De Rubeis et al., 2014; Iossifov et al., 2012, 2014; Neale et al., 2012; O'Roak et al., 2012; O'Roak et al., 2014; Sanders et al., 2012; Stessman et al., 2017; T. Wang et al., 2016). The identification of *CHD8*-specific *de novo* mutations in approximately 0.2% of individuals within a large ASD cohort underscores the distinct role of this gene in the pathophysiology (Wilkinson et al., 2015). While these mutations are predominantly nonsense or frameshift changes leading to loss of function, it has been reported that certain missense variants may also be pathogenic. Furthermore, the higher prevalence of *CHD8* mutations in males mirrors the well-known sex bias in ASD diagnosis at the genetic level (Jiménez et al., 2020).

In terms of clinical phenotype, *CHD8* mutations are associated with a distinct presentation characterized by autism, macrocephaly, and a characteristic facial appearance (Bernier et al., 2014; O'Roak et al., 2012; O'Roak et al., 2014). Distinct features observed in patients, such as a broad forehead, prominent supraorbital ridges, a flat nasal bridge, and gastrointestinal issues, reinforce the notion that *CHD8*-associated ASD may constitute a distinct subtype (An et al., 2020; Bernier et al., 2014; Douzgou et al., 2019; Li et al., 2017; O'Roak et al., 2012; Ostrowski et al., 2019). Increased head circumference beginning in the intrauterine period (An et al., 2020; Bernier et al., 2014; Ostrowski et al., 2019), accompanied by motor skill deficits, developmental delays, and speech disorders (Douzgou et al., 2019; Stolerman et al., 2016; T. Wang et al., 2016; Yasin et al., 2019), reveals CHD8 as a fundamental regulator of brain development.

At the molecular level, CHD8 exerts its effects through critical mechanisms such as Wnt/β-catenin signaling pathways, regulation of E2F target genes, REST-mediated neuronal gene repression, and histone modifications (Durak et al., 2016; Goodman & Bonni, 2019; Ishihara et al., 2006; Manning & Yusufzai, 2017; Nishiyama et al., 2009, 2012; Subtil-Rodríguez et al., 2014; Thompson et al., 2008). Studies in model organisms have confirmed that CHD8 plays a critical role in processes such as neural progenitor cell proliferation, transcriptional network regulation, synaptic functions, and homeostatic plasticity (Bernier et al., 2014; Durak et al., 2016; Ellingford et al., 2021; Gompers et al., 2017; Jung et al., 2018; Katayama et al., 2016; Latcheva et al., 2019; Nishiyama et al., 2004, 2009; Platt et al., 2017; Sakamoto et al., 2000; Suetterlin et al., 2018; Zhao et al., 2018). Alterations in CHD8 levels have been shown to cause significant impairments in neuronal proliferation, migration, and axonal/dendritic development in both *in vitro* and animal models (Durak et al., 2016; P. Wang et al., 2017; Xu et al., 2018).

Additionally, its effects on oligodendrocyte development highlight the importance of the gene not only for neuronal but also for glial functions (Marie et al., 2018; Zhao et al., 2018).

Given the central role of CHD8 in neurodevelopment and its broad spectrum of biological effects, understanding the functional consequences of variants in this gene, particularly missense variants, will fill a significant gap in deciphering the molecular foundations of ASD. *In silico* analyses provide a critical tool in this regard by rapidly and systematically evaluating the potential structural and functional impacts of variants. This study aims to predict the potential disease associations of missense SNPs identified in the *CHD8* gene by examining their structural, phylogenetic, and functional effects through computational approaches, within the framework of neurodevelopmental mechanisms defined in the literature.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Data Acquisition and Pre-processing

In this study, missense Single Nucleotide Polymorphism (SNP) data for the human *CHD8* gene (Gene ID: 57680) were retrieved from the dbSNP and ClinVar databases. The acquired datasets were annotated and filtered based on GRCh37/hg19 genome coordinates using the dbNSFP v5.1 database. During this process, the longest canonical transcript of *CHD8* (ENST00000646647) was used as the reference; consequently, variants that did not correspond to this transcript or were not missense in nature were excluded from both datasets. Following the filtering procedures, the remaining data were merged to eliminate duplicate records and establish the final dataset for downstream analysis.

2.2. *In silico* Pathogenicity Analyses

Nine distinct *in silico* prediction algorithms were employed to assess the pathogenic potential of the filtered missense variants. These algorithms included SIFT4G (Vaser et al., 2015), SuSPect (Yates et al., 2014), FATHMM (Inherited Disease) (Shihab et al., 2013), FATHMM-XF (Rogers et al., 2018), PANTHER (Tang & Thomas, 2016), LIST-S2 (Malhis et al., 2020), MutationTaster2021 (Steinhaus et al., 2021), and PolyPhen-2 (HumDiv and HumVar models) (Adzhubei et al., 2013). The results obtained from each algorithm were standardized based on the recommended pathogenicity thresholds of the respective tools and converted into a binary scoring system. To predict the disease-causing impact of the variants with high confidence, a consensus list was generated by identifying variants classified as "pathogenic/deleterious" by all nine algorithms.

2.3. Structural Analysis and Protein Stability Assessment

To investigate the structural impact of variants identified as high-risk following pathogenicity analyses, the AlphaFold-predicted 3D structure model of the CHD8 protein (UniProt ID: Q9HCK8) was retrieved from the UniProt database. To ensure the reliability of the predicted model, pLDDT (predicted Local Distance Difference Test) scores were extracted for each amino acid residue within the structure. To enhance the study's robustness, only variants that were both classified as deleterious by all pathogenicity tools and located in regions with a pLDDT score of ≥ 90 (high-confidence model) were selected as final candidate SNPs.
The thermodynamic effects on protein stability (ΔΔG values) and the potential for structural damage of the selected candidate variants were analyzed using three distinct tools:

- **Missense3D (v1):** Used to evaluate whether the variant induces structural damage, such as steric clashes or bond breakage, on the 3D structure (Ittisoponpisan et al., 2019).
- **I-Mutant 2.0:** Used to predict stability changes (DDG) resulting from single-point mutations based on the protein sequence (Capriotti et al., 2005).
- **MuPro:** Used to determine the direction and value of energy change using a Support Vector Machine (SVM)-based approach (Cheng et al., 2006).

Consequently, variants predicted to pose the highest functional and structural risk to the CHD8 protein were identified and interpreted in the context of existing literature.

3. RESULTS

3.1. *CHD8* Gene Variant Distribution and Functional Classification

Within the scope of this study, all variants belonging to the *CHD8* gene in the dbSNP and ClinVar databases were initially screened. Examination of the distribution in the dbSNP database revealed that while the vast majority of variants (89%) are located in intronic regions, missense variants, which have the potential to alter protein structure, represent a significant group with 2,530 entries (**Figure 1A**). Conversely, the distribution profile in the ClinVar database, which reports clinically significant variants, differs markedly. Missense variants are the most frequently observed variation type in ClinVar records, with a rate of 82% (**Figure 1B**). This finding confirms that single nucleotide changes and amino acid substitutions constitute the most critical variation group clinically in *CHD8*-associated pathologies and supports the necessity of this study's focus on missense variants.

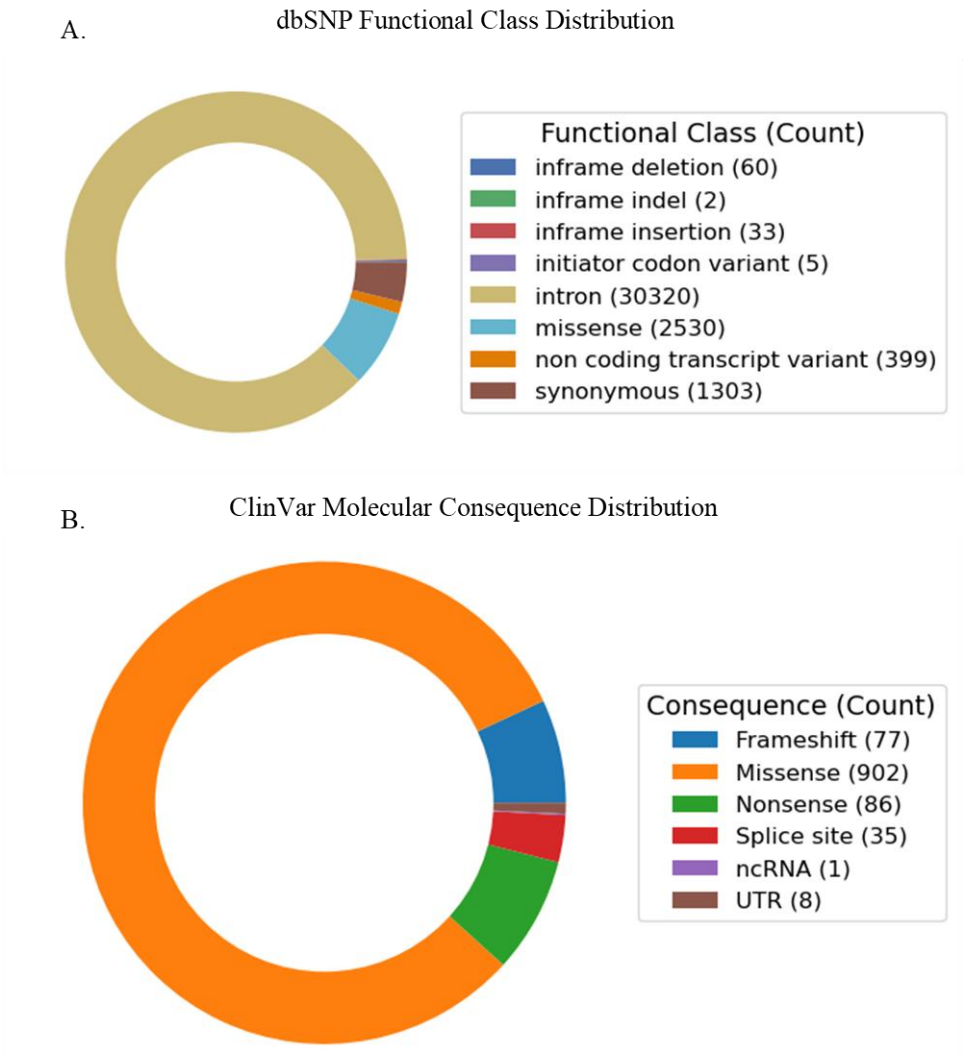


Figure 1. Functional classification distribution of *CHD8* gene variants by database. **(A)** While the majority of variants in the dbSNP database are intronic, missense variants stand out among coding variants. **(B)** Missense variants are the most frequently observed variation type in clinical reports within the ClinVar database. *(Data compiled from databases accessed on 28.11.2025).*

3.2. Dataset Creation and Filtering

During the screening process to compile genetic variations of the *CHD8* gene, 2,530 and 1,550 missense variant records were downloaded from the dbSNP and ClinVar databases, respectively. Following the extraction of multi-allelic variant records in the dbSNP database, the raw variant count reached 3,367. When both datasets were subjected to dbNSFP v5.1 filtering and transcript-based (ENST00000646647) verification, the number of variants dropped to 3,002 for dbSNP and 898 for ClinVar.

Comparison of these two filtered datasets revealed that 778 variants were common to both databases (**Figure 2**). As a result of merging the datasets and removing duplicate records (deduplication of common variants), a final working list consisting of a total of 3,122 unique missense variants was created for use in *in silico* analyses.

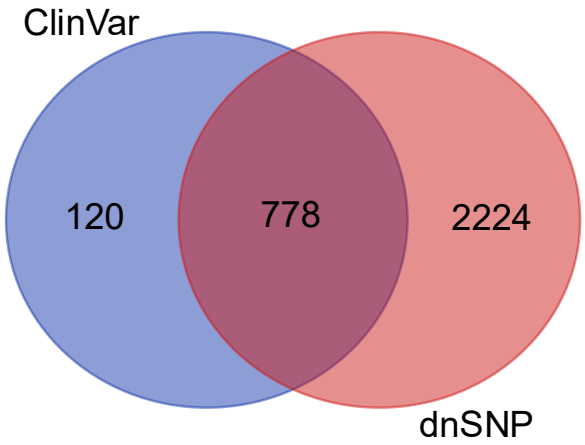


Figure 2. Intersection set of *CHD8* missense variants obtained from dbSNP and ClinVar following dbNSFP filtering. Of the 3,122 unique variants, 778 (25%) are common to both databases.

3.3. Pathogenicity Prediction with Multiple Algorithms (Consensus Prediction)

The generated variant list was analyzed using 9 different *in silico* prediction tools (SIFT4G, SuSPect, FATHMM, FATHMM-XF, PANTHER, LIST-S2, MutationTaster2021, PolyPhen-2 HumDiv, and HumVar) to enhance the reliability of pathogenicity predictions. While all 3,122 analyzed variants could be scored by 7 tools, the number of variants scored by PANTHER and PolyPhen-2 was limited to 1,643 and 2,566, respectively, due to database coverage (**Table 1**).

Table 1. Analysis results and pathogenicity distributions of *CHD8* missense variants according to *in silico* prediction tools.

Prediction Tool	Input	Output	Pathogenic/Deleterious	Tolerated/Benign
fathmm	3122	3122	2010	1112
fathmm-XF	3122	3122	1399	1723
LIST-S2	3122	3122	1987	1135
MutationTaster2021	3122	3122	475	2625
PANTHER	3122	1643	1543	100
PolyPhen2-HumDiv	3122	2566	1408	1158
PolyPhen2-HumVar	3122	2566	1094	1472
SIFT4G	3122	3122	1152	1970
SuSPect	3122	3122	210	2912

Differences in the prediction algorithms (evolutionary conservation, structural features, machine learning, etc.) of the tools caused significant variation in pathogenicity classifications. For instance, while the FATHMM algorithm classified 64% (2,010) of variants as pathogenic, the SuSPect algorithm, offering a more stringent filtering, evaluated only 6.7% (210) as pathogenic. When the intersection of results from all tools was taken (consensus prediction), 46

high-risk SNPs were identified that were consistently classified as "pathogenic/deleterious" by all 9 algorithms.

3.4. Structural Reliability Analysis with AlphaFold pLDDT Scores

To verify the reliability of the positions of the identified 46 high-risk variants on the protein structure, pLDDT scores belonging to the AlphaFold-predicted *CHD8* protein model (UniProt: Q9HCK8) were integrated into the analysis process. The aim was to eliminate variants located in low-confidence or disordered regions of the protein structure and to select only those in high-confidence regions (pLDDT ≥ 90). As a result of combining the pathogenicity score and structural reliability score filters, 13 critical SNPs were isolated as the final candidates of the study (**Table 2**).

Table 2. List of 13 candidate variants receiving high-risk scores from all pathogenicity analyses (9/9) and possessing high structural confidence (pLDDT ≥ 90) according to AlphaFold pLDDT scores.

Genomic Location (hg19)	Nucleotide Change	Amino Acid Change*	pLDDT Score
chr14:21875095	G > A	p.Arg943Cys	91.44
chr14:21873376	A > G	p.Leu1100Pro	90.12
chr14:21876560	A > G	p.Trp881Arg	90.56
chr14:21876581	A > G	p.Trp874Arg	91.06
chr14:21876620	G > C	p.Pro861Ala	90.88
chr14:21878134	T > C	p.Tyr747Cys	92.44
chr14:21876608	T > A	p.Ile865Phe	94.50
chr14:21876664	G > A	p.Ser846Phe	95.19
chr14:21878135	A > G	p.Tyr747His	92.44
chr14:21876619	G > A	p.Pro861Leu	90.88
chr14:21871696	A > G	p.Leu1145Pro	90.81
chr14:21876607	A > G	p.Ile865Thr	94.50
chr14:21876620	G > T	p.Pro861Thr	90.88

* Amino acid changes are specified with reference to the ENST00000646647 transcript. All listed variants were classified as "Pathogenic/Deleterious" by all of the following tools: SIFT4G, SuSPect, FATHMM, FATHMM-XF, PANTHER, LIST-S2, MutationTaster2021, and PolyPhen-2.

3.5. Effects of Candidate Variants on Protein Stability and Structure

The effects of the selected 13 candidate SNPs on the thermodynamic stability and 3D structure of the *CHD8* protein were examined in detail:

- **Protein Stability:** Analyses performed with the I-Mutant 2.0 server predicted that 12 of the 13 variants would decrease protein stability (DDG < 0), while 1 variant would increase stability. Similarly, the MuPro tool, which uses sequence-based support vector machines, fully concurred with the I-Mutant 2.0 results, reporting stability loss for the same 12 variants and stability increase for 1 variant.

- **Structural Damage:** In structural analyses using Missense3D (v1), it was determined that 9 of these 13 variants caused structural damage to the protein's 3D structure, such as buried H-bond breakage, altered cavity volume, or cis-proline replacement. For the remaining 4 variants, no significant structural damage was reported on the existing crystal structure.

Consequently, it was evaluated that 8 of the 13 candidate variants passing through our *in silico* analysis pipeline constitute the group with the highest potential to disrupt *CHD8* protein function, due to both causing steric damage on the 3D structure (Missense3D) and decreasing thermodynamic stability (DDG < 0).

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

In this study, the pathogenic potentials of missense variants in the *CHD8* gene, considered one of the highest risk factors in the etiology of Autism Spectrum Disorder (ASD), were evaluated using a multi-stage and integrated *in silico* analysis strategy. Although it is well-established in the literature that *CHD8* mutations are predominantly nonsense or frameshift mutations leading to loss-of-function (Bernier et al., 2014), uncertainty regarding the molecular mechanisms of missense variants persists. The 13 critical SNPs isolated in our study, following the filtration of over 3,000 variants obtained from dbSNP and ClinVar databases, stand out as candidates carrying high risk regarding the structural and functional integrity of the CHD8 protein.

The selection of variants classified as "pathogenic" by all 9 different prediction algorithms (consensus approach) in our analyses maximized prediction reliability. However, one of the most unique aspects of our study is the integration of these pathogenicity predictions with AlphaFold pLDDT scores. In large and complex proteins like CHD8, the phenotypic consequences of mutations located in low-confidence (disordered) regions can be ambiguous. Therefore, focusing exclusively on variants in stable structural regions with pLDDT ≥ 90 strengthens the likelihood that the obtained findings possess biological relevance.

Our structural analysis results revealed that 12 of the 13 identified candidate variants decreased the thermodynamic stability of the protein (ΔΔG < 0). This finding is consistent with the "haploinsufficiency" mechanism widely accepted in *CHD8*-associated ASD pathophysiology. It is postulated that missense variants may lead to a loss of function—similar to the protein not being produced at all—by disrupting protein folding or reducing its stability. Specifically, structural damages such as "buried H-bond breakage" and "cis-proline replacement" detected in Missense3D analyses suggest that these variants could hinder the mutant protein from performing its chromatin remodeling duties by disrupting its 3D conformation.

While the current study provides strong prioritization via *in silico* methods, advanced analyses are required to deepen the findings. In future studies:

- **Evolutionary Conservation Analyses:** Examining the evolutionary conservation levels of the positions of the 13 candidate variants across different species (e.g., using the ConSurf server) will be a critical step to verify the functional significance of these regions.
- **Molecular Dynamics (MD) Simulations:** Although static structure models provided by AlphaFold are valuable, proteins are dynamic molecules. Long-term MD simulations (e.g., 100 ns or longer) are recommended to observe the atomic-level mobility and stability changes over time for the candidate variants (particularly the 8 highest-risk SNPs).
- **Molecular Docking Studies:** CHD8 is a chromatin regulator, and its function depends on interactions with DNA or histone proteins. Testing the interaction capacity of mutant protein models with DNA or other partner proteins (e.g., Wnt pathway elements) using docking methods will contribute to elucidating the pathogenicity mechanism.

In conclusion, the variants identified through our bioinformatics filtering pipeline are mutations that should be prioritized in clinical genetic screenings and constitute the strongest candidates for experimental validation studies. Our study presents a significant dataset for understanding the molecular pathology of *CHD8* missense variants.

5. REFERENCES

Adzhubei, I., Jordan, D. M., & Sunyaev, S. R. (2013). Predicting functional effect of human missense mutations using PolyPhen-2. Current Protocols in Human Genetics, 76(SUPPL.76), 7.20.1-7.20.41. https://doi.org/10.1002/0471142905.HG0720S76

An, Y., Zhang, L., Liu, W., Jiang, Y., Chen, X., Lan, X., Li, G., Hang, Q., Wang, J., Gusella, J. F., Du, Y., & Shen, Y. (2020). De novo variants in the Helicase-C domain of CHD8 are associated with severe phenotypes including autism, language disability and overgrowth. Human Genetics 2020 139:4, 139(4), 499–512. https://doi.org/10.1007/S00439-020-02115-9

Barnard, R. A., Pomaville, M. B., & O'Roak, B. J. (2015). Mutations and modeling of the chromatin remodeler CHD8 define an emerging autism etiology. Frontiers in Neuroscience, 9(DEC), 160997. https://doi.org/10.3389/FNINS.2015.00477/BIBTEX

Bernier, R., Golzio, C., Xiong, B., Stessman, H. A., Coe, B. P., Penn, O., Witherspoon, K., Gerdts, J., Baker, C., Vulto-Van Silfhout, A. T., Schuurs-Hoeijmakers, J. H., Fichera, M., Bosco, P., Buono, S., Alberti, A., Failla, P., Peeters, H., Steyaert, J., Vissers, L. E. L. M., … Eichler, E. E. (2014). Disruptive CHD8 mutations define a subtype of autism early in development. Cell, 158(2), 263–276. https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.06.017

Capriotti, E., Fariselli, P., & Casadio, R. (2005). I-Mutant2.0: predicting stability changes upon mutation from the protein sequence or structure. Nucleic Acids Research, 33(Web Server issue), W306. https://doi.org/10.1093/NAR/GKI375

Cheng, J., Randall, A., & Baldi, P. (2006). Prediction of protein stability changes for single-site mutations using support vector machines. Proteins: Structure, Function and Genetics, 62(4), 1125–1132. https://doi.org/10.1002/PROT.20810

De Rubeis, S., He, X., Goldberg, A. P., Poultney, C. S., Samocha, K., Cicek, A. E., Kou, Y., Liu, L., Fromer, M., Walker, S., Singh, T., Klei, L., Kosmicki, J., Fu, S. C., Aleksic, B., Biscaldi, M., Bolton, P. F., Brownfeld, J. M., Cai, J., … Buxbaum, J. D. (2014). Synaptic, transcriptional and chromatin genes disrupted in autism. Nature 2014 515:7526, 515(7526), 209–215. https://doi.org/10.1038/nature13772

Douzgou, S., Liang, H. W., Metcalfe, K., Somarathi, S., Tischkowitz, M., Mohamed, W., Kini, U., McKee, S., Yates, L., Bertoli, M., Lynch, S. A., Holder, S., & Banka, S. (2019). The clinical presentation caused by truncating CHD8 variants. Clinical Genetics, 96(1), 72–84. https://doi.org/10.1111/CGE.13554

Durak, O., Gao, F., Kaeser-Woo, Y. J., Rueda, R., Martorell, A. J., Nott, A., Liu, C. Y., Watson, L. A., & Tsai, L. H. (2016). Chd8 mediates cortical neurogenesis via transcriptional regulation of cell cycle and Wnt signaling. Nature Neuroscience, 19(11), 1477–1488. https://doi.org/10.1038/NN.4400

Ellingford, R. A., Panasiuk, M. J., de Meritens, E. R., Shaunak, R., Naybour, L., Browne, L., Basson, M. A., & Andreae, L. C. (2021). Cell-type-specific synaptic imbalance and disrupted homeostatic plasticity in cortical circuits of ASD-associated Chd8 haploinsufficient mice. Molecular Psychiatry 2021 26:7, 26(7), 3614–3624. https://doi.org/10.1038/s41380-021-01070-9

Gompers, A. L., Su-Feher, L., Ellegood, J., Copping, N. A., Riyadh, M. A., Stradleigh, T. W., Pride, M. C., Schaffler, M. D., Wade, A. A., Catta-Preta, R., Zdilar, I., Louis, S., Kaushik, G., Mannion, B. J., Plajzer-Frick, I., Afzal, V., Visel, A., Pennacchio, L. A., Dickel, D. E., … Nord, A. S. (2017). Germline Chd8 haploinsufficiency alters brain development in mouse. Nature Neuroscience, 20(8), 1062–1073. https://doi.org/10.1038/NN.4592

Goodman, J. V., & Bonni, A. (2019). Regulation of neuronal connectivity in the mammalian brain by chromatin remodeling. Current Opinion in Neurobiology, 59, 59–68. https://doi.org/10.1016/J.CONB.2019.04.010

Iossifov, I., Ronemus, M., Levy, D., Wang, Z., Hakker, I., Rosenbaum, J., Yamrom, B., Lee, Y. ha, Narzisi, G., Leotta, A., Kendall, J., Grabowska, E., Ma, B., Marks, S., Rodgers, L., Stepansky, A., Troge, J., Andrews, P., Bekritsky, M., … Wigler, M. (2012). De Novo Gene Disruptions in Children on the Autistic Spectrum. Neuron, 74(2), 285–299. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.04.009

Ishihara, K., Oshimura, M., & Nakao, M. (2006). CTCF-Dependent Chromatin Insulator Is Linked to Epigenetic Remodeling. Molecular Cell, 23(5), 733–742. https://doi.org/10.1016/j.molcel.2006.08.008

Ittisoponpisan, S., Islam, S. A., Khanna, T., Alhuzimi, E., David, A., & Sternberg, M. J. E. (2019). Can Predicted Protein 3D Structures Provide Reliable Insights into whether Missense Variants Are Disease Associated? Journal of Molecular Biology, 431(11), 2197–2212. https://doi.org/10.1016/J.JMB.2019.04.009

Iossifov, I., O'Roak, B. J., Sanders, S. J., Ronemus, M., Krumm, N., Levy, D., Stessman, H. A., Witherspoon, K. T., Vives, L., Patterson, K. E., Smith, J. D., Paeper, B., Nickerson, D. A., Dea, J., Dong, S., Gonzalez, L. E., Mandell, J. D., Mane, S. M., Murtha, M. T., … Wigler, M. (2014). The contribution of de novo coding mutations to autism spectrum disorder. Nature 2014 515:7526, 515(7526), 216–221. https://doi.org/10.1038/nature13908

Jaenisch, R., & Bird, A. (2003). Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. Nature Genetics, 33 Suppl(3S), 245–254. https://doi.org/10.1038/NG1089

Jiménez, J. A., Ptacek, T. S., Tuttle, A. H., Schmid, R. S., Moy, S. S., Simon, J. M., & Zylka, M. J. (2020). Chd8 haploinsufficiency impairs early brain development and protein homeostasis later in life. Molecular Autism 2020 11:1, 11(1), 74-. https://doi.org/10.1186/S13229-020-00369-8

Jung, H., Park, H., Choi, Y., Kang, H., Lee, E., Kweon, H., Roh, J. D., Ellegood, J., Choi, W., Kang, J., Rhim, I., Choi, S. Y., Bae, M., Kim, S. G., Lee, J., Chung, C., Yoo, T., Park, H., Kim, Y., … Kim, E. (2018). Sexually dimorphic behavior, neuronal activity, and gene expression in Chd8-mutant mice. Nature Neuroscience 2018 21:9, 21(9), 1218–1228. https://doi.org/10.1038/s41593-018-0208-z

Katayama, Y., Nishiyama, M., Shoji, H., Ohkawa, Y., Kawamura, A., Sato, T., Suyama, M., Takumi, T., Miyakawa, T., & Nakayama, K. I. (2016). CHD8 haploinsufficiency results in autistic-like phenotypes in mice. Nature 2016 537:7622, 537(7622), 675–679. https://doi.org/10.1038/nature19357

Krumm, N., O'Roak, B. J., Shendure, J., & Eichler, E. E. (2014). A de novo convergence of autism genetics and molecular neuroscience. Trends in Neurosciences, 37(2), 95–105. https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.11.005

Latcheva, N. K., Delaney, T. L., Viveiros, J. M., Smith, R. A., Bernard, K. M., Harsin, B., Marenda, D. R., & Liebl, F. L. W. (2019). The CHD Protein, Kismet, is Important for the Recycling of Synaptic Vesicles during Endocytosis. Scientific Reports, 9(1). https://doi.org/10.1038/S41598-019-55900-6

Li, J., Wang, L., Guo, H., Shi, L., Zhang, K., Tang, M., Hu, S., Dong, S., Liu, Y., Wang, T., Yu, P., He, X., Hu, Z., Zhao, J., Liu, C., Sun, Z. S., & Xia, K. (2017). Targeted sequencing and functional analysis reveal brain-size-related genes and their networks in autism spectrum disorders. Molecular Psychiatry 2017 22:9, 22(9), 1282–1290. https://doi.org/10.1038/mp.2017.140

Malhis, N., Jacobson, M., Jones, S. J. M., & Gsponer, J. (2020). LIST-S2: taxonomy based sorting of deleterious missense mutations across species. Nucleic Acids Research, 48(W1), W154–W161. https://doi.org/10.1093/NAR/GKAA288

Manning, B. J., & Yusufzai, T. (2017). The ATP-dependent chromatin remodeling enzymes CHD6, CHD7, and CHD8 exhibit distinct nucleosome binding and remodeling activities. Journal of Biological Chemistry, 292(28), 11927–11936. https://doi.org/10.1074/jbc.M117.779470

Marie, C., Clavairoly, A., Frah, M., Hmidan, H., Yan, J., Zhao, C., Van Steenwinckel, J., Daveau, R., Zalc, B., Hassan, B., Thomas, J. L., Gressens, P., Ravassard, P., Moszer, I., Martin, D. M., Richard Lu, Q., & Parras, C. (2018). Oligodendrocyte precursor survival and differentiation requires chromatin remodeling by Chd7 and Chd8. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 115(35), E8246–E8255. https://doi.org/10.1073/PNAS.1802620115

Murgatroyd, C., & Spengler, D. (2012). Genetic variation in the epigenetic machinery and mental health. Current Psychiatry Reports, 14(2), 138–149. https://doi.org/10.1007/S11920-012-0255-1

Murgatroyd, C., Wu, Y., Bockmühl, Y., & Spengler, D. (2010). Genes learn from stress: how infantile trauma programs us for depression. Epigenetics, 5(3), 194–199. https://doi.org/10.4161/EPI.5.3.11375

Neale, B. M., Kou, Y., Liu, L., Ma'ayan, A., Samocha, K. E., Sabo, A., Lin, C. F., Stevens, C., Wang, L. S., Makarov, V., Polak, P., Yoon, S., Maguire, J., Crawford, E. L., Campbell, N. G., Geller, E. T., Valladares, O., Schafer, C., Liu, H., … Daly, M. J. (2012). Patterns and rates of exonic de novo mutations in autism spectrum disorders. Nature 2012 485:7397, 485(7397), 242–245. https://doi.org/10.1038/nature11011

Nishiyama, M., Nakayama, K., Tsunematsu, R., Tsukiyama, T., Kikuchi, A., & Nakayama, K. I. (2004). Early embryonic death in mice lacking the beta-catenin-binding protein Duplin. Molecular and Cellular Biology, 24(19), 8386–8394. https://doi.org/10.1128/MCB.24.19.8386-8394.2004

Nishiyama, M., Oshikawa, K., Tsukada, Y. I., Nakagawa, T., Iemura, S. I., Natsume, T., Fan, Y., Kikuchi, A., Skoultchi, A. I., & Nakayama, K. I. (2009). CHD8 suppresses p53-mediated apoptosis through histone H1 recruitment during early embryogenesis. Nature Cell Biology, 11(2), 172–182. https://doi.org/10.1038/NCB1831

Nishiyama, M., Skoultchi, A. I., & Nakayama, K. I. (2012). Histone H1 Recruitment by CHD8 Is Essential for Suppression of the Wnt–β-Catenin Signaling Pathway. Molecular and Cellular Biology, 32(2), 501–512. https://doi.org/10.1128/MCB.06409-11

O ' Roak, B. J., Vives, L., Girirajan, S., Karakoc, E., Krumm, N., Coe, B. P., Levy, R., Ko, A., Lee, C., Smith, J. D., Turner, E. H., Stanaway, I. B., Vernot, B., Malig, M., Baker, C., Akey, J. M., Borenstein, E., Rieder, M. J., Nickerson, D. A., … Eichler, E. E. (2012). Sporadic autism exomes reveal a highly interconnected protein network of de novo mutations. Nature 2012 485:7397, 485(7397), 246–250. https://doi.org/10.1038/nature10989

O'Roak, B. J., Stessman, H. A., Boyle, E. A., Witherspoon, K. T., Martin, B., Lee, C., Vives, L., Baker, C., Hiatt, J. B., Nickerson, D. A., Bernier, R., Shendure, J., & Eichler, E. E. (2014). Recurrent de novo mutations implicate novel genes underlying simplex autism risk. Nature Communications 2014 5:1, 5(1), 5595-. https://doi.org/10.1038/ncomms6595

O'Roak, B. J., Vives, L., Fu, W., Egertson, J. D., Stanaway, I. B., Phelps, I. G., Carvill, G., Kumar, A., Lee, C., Ankenman, K., Munson, J., Hiatt, J. B., Turner, E. H., Levy, R., O'Day, D. R., Krumm, N., Coe, B. P., Martin, B. K., Borenstein, E., … Shendure, J. (2012). Multiplex targeted sequencing identifies recurrently mutated genes in autism spectrum disorders. Science, 338(6114), 1619–1622. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1227764

Ostrowski, P. J., Zachariou, A., Loveday, C., Beleza-Meireles, A., Bertoli, M., Dean, J., Douglas, A. G. L., Ellis, I., Foster, A., Graham, J. M., Hague, J., Hilhorst-Hofstee, Y., Hoffer, M., Johnson, D., Josifova, D., Kant, S. G., Kini, U., Lachlan, K., Lam, W., … Tatton-Brown, K. (2019). The CHD8 overgrowth syndrome: A detailed evaluation of an emerging overgrowth phenotype in 27 patients. American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics, 181(4), 557–564. https://doi.org/10.1002/AJMG.C.31749

Platt, R. J., Zhou, Y., Slaymaker, I. M., Shetty, A. S., Weisbach, N. R., Kim, J. A., Sharma, J., Desai, M., Sood, S., Kempton, H. R., Crabtree, G. R., Feng, G., & Zhang, F. (2017). Chd8 Mutation Leads to Autistic-like Behaviors and Impaired Striatal Circuits. Cell Reports, 19(2), 335–350. https://doi.org/10.1016/j.celrep.2017.03.052

Rogers, M. F., Shihab, H. A., Mort, M., Cooper, D. N., Gaunt, T. R., & Campbell, C. (2018). FATHMM-XF: accurate prediction of pathogenic point mutations via extended features. Bioinformatics (Oxford, England), 34(3), 511–513. https://doi.org/10.1093/BIOINFORMATICS/BTX536

Sakamoto, I., Kishida, S., Fukui, A., Kishida, M., Yamamoto, H., Hino, S. I., Michiue, T., Takada, S., Asashima, M., & Kikuchi, A. (2000). A novel β-catenin-binding protein inhibits β-catenin-dependent Tcf activation and axis formation. Journal of Biological Chemistry, 275(42), 32871–32878. https://doi.org/10.1074/jbc.M004089200

Sanders, S. J., Murtha, M. T., Gupta, A. R., Murdoch, J. D., Raubeson, M. J., Willsey, A. J., Ercan-Sencicek, A. G., Di Lullo, N. M., Parikshak, N. N., Stein, J. L., Walker, M. F., Ober, G. T., Teran, N. A., Song, Y., El-Fishawy, P., Murtha, R. C., Choi, M., Overton, J. D., Bjornson, R. D., … State, M. W. (2012). De novo mutations revealed by whole-exome sequencing are strongly associated with autism. Nature 2012 485:7397, 485(7397), 237–241. https://doi.org/10.1038/nature10945

Shihab, H. A., Gough, J., Cooper, D. N., Stenson, P. D., Barker, G. L. A., Edwards, K. J., Day, I. N. M., & Gaunt, T. R. (2013). Predicting the functional, molecular, and phenotypic consequences of amino acid substitutions using hidden Markov models. Human Mutation, 34(1), 57–65. https://doi.org/10.1002/HUMU.22225

Sood, S., Webera, C. M., Hodges, H. C., Krokhotin, A., Shalizi, A., & Crabtree, G. R. (2020). CHD8 dosage regulates transcription in pluripotency and early murine neural differentiation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 117(36), 22331. https://doi.org/10.1073/PNAS.1921963117

Steinhaus, R., Proft, S., Schuelke, M., Cooper, D. N., Schwarz, J. M., & Seelow, D. (2021). MutationTaster2021. Nucleic Acids Research, 49(W1), W446–W451. https://doi.org/10.1093/NAR/GKAB266

Stessman, H. A. F., Xiong, B., Coe, B. P., Wang, T., Hoekzema, K., Fenckova, M., Kvarnung, M., Gerdts, J., Trinh, S., Cosemans, N., Vives, L., Lin, J., Turner, T. N., Santen, G., Ruivenkamp, C., Kriek, M., Van Haeringen, A., Aten, E., Friend, K., … Eichler, E. E. (2017). Targeted sequencing identifies 91 neurodevelopmental-disorder risk genes with autism and developmental-disability biases. Nature Genetics, 49(4), 515–526. https://doi.org/10.1038/NG.3792

Stolerman, E. S., Smith, B., Chaubey, A., & Jones, J. R. (2016). CHD8 intragenic deletion associated with autism spectrum disorder. European Journal of Medical Genetics, 59(4), 189–194. https://doi.org/10.1016/J.EJMG.2016.02.010

Subtil-Rodríguez, A., Vázquez-Chávez, E., Ceballos-Chávez, M., Rodríguez-Paredes, M., Martín-Subero, J. I., Esteller, M., & Reyes, J. C. (2014). The chromatin remodeller CHD8 is required for E2F-dependent transcription activation of S-phase genes. Nucleic Acids Research, 42(4), 2185–2196. https://doi.org/10.1093/NAR/GKT1161

Suetterlin, P., Hurley, S., Mohan, C., Riegman, K. L. H., Pagani, M., Caruso, A., Ellegood, J., Galbusera, A., Crespo-Enriquez, I., Michetti, C., Yee, Y., Ellingford, R., Brock, O., Delogu, A., Francis-West, P., Lerch, J. P., Scattoni, M. L., Gozzi, A., Fernandes, C., & Basson, M. A. (2018). Altered Neocortical Gene Expression, Brain Overgrowth and Functional Over-Connectivity in Chd8 Haploinsufficient Mice. Cerebral Cortex, 28(6), 2192–2206. https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHY058

Tang, H., & Thomas, P. D. (2016). PANTHER-PSEP: predicting disease-causing genetic variants using position-specific evolutionary preservation. Bioinformatics, 32(14), 2230–2232. https://doi.org/10.1093/BIOINFORMATICS/BTW222

Thompson, B. A., Tremblay, V., Lin, G., & Bochar, D. A. (2008). CHD8 Is an ATP-Dependent Chromatin Remodeling Factor That Regulates β-Catenin Target Genes. Molecular and Cellular Biology, 28(12), 3894–3904. https://doi.org/10.1128/MCB.00322-08
Tyagi, M., Imam, N., Verma, K., & Patel, A. K. (2016). Chromatin remodelers: We are the drivers!! Nucleus, 7(4), 388–404. https://doi.org/10.1080/19491034.2016.1211217
Vaser, R., Adusumalli, S., Leng, S. N., Sikic, M., & Ng, P. C. (2015). SIFT missense predictions for genomes. Nature Protocols 2015 11:1, 11(1), 1–9. https://doi.org/10.1038/nprot.2015.123
Wang, P., Mokhtari, R., Pedrosa, E., Kirschenbaum, M., Bayrak, C., Zheng, D., & Lachman, H. M. (2017). CRISPR/Cas9-mediated heterozygous knockout of the autism gene CHD8 and characterization of its transcriptional networks in cerebral organoids derived from iPS cells. Molecular Autism 2017 8:1, 8(1), 11-. https://doi.org/10.1186/S13229-017-0124-1
Wang, T., Guo, H., Xiong, B., Stessman, H. A. F., Wu, H., Coe, B. P., Turner, T. N., Liu, Y., Zhao, W., Hoekzema, K., Vives, L., Xia, L., Tang, M., Ou, J., Chen, B., Shen, Y., Xun, G., Long, M., Lin, J., … Eichler, E. E. (2016). De novo genic mutations among a Chinese autism spectrum disorder cohort. Nature Communications 2016 7:1, 7(1), 13316-. https://doi.org/10.1038/ncomms13316
Weissberg, O., & Elliott, E. (2021). The Mechanisms of CHD8 in Neurodevelopment and Autism Spectrum Disorders. Genes, 12(8). https://doi.org/10.3390/GENES12081133
Wilkinson, B., Grepo, N., Thompson, B. L., Kim, J., Wang, K., Evgrafov, O. V., Lu, W., Knowles, J. A., & Campbell, D. B. (2015). The autism-associated gene chromodomain helicase DNA-binding protein 8 (CHD8) regulates noncoding RNAs and autism-related genes. Translational Psychiatry 2015 5:5, 5(5), e568–e568. https://doi.org/10.1038/tp.2015.62
Xu, Q., Liu, Y. Y., Wang, X., Tan, G. H., Li, H. P., Hulbert, S. W., Li, C. Y., Hu, C. C., Xiong, Z. Q., Xu, X., & Jiang, Y. H. (2018). Autism-associated CHD8 deficiency impairs axon development and migration of cortical neurons. Molecular Autism 2018 9:1, 9(1), 65-. https://doi.org/10.1186/S13229-018-0244-2
Yasin, H., Gibson, W. T., Langlois, S., Stowe, R. M., Tsang, E. S., Lee, L., Poon, J., Tran, G., Tyson, C., Wong, C. K., Marra, M. A., Friedman, J. M., & Zahir, F. R. (2019). A distinct neurodevelopmental syndrome with intellectual disability, autism spectrum disorder, characteristic facies, and macrocephaly is caused by defects in CHD8. Journal of Human Genetics 2019 64:4, 64(4), 271–280. https://doi.org/10.1038/s10038-019-0561-0
Yates, C. M., Filippis, I., Kelley, L. A., & Sternberg, M. J. E. (2014). SuSPect: Enhanced Prediction of Single Amino Acid Variant (SAV) Phenotype Using Network Features. Journal of Molecular Biology, 426(14), 2692–2701. https://doi.org/10.1016/J.JMB.2014.04.026
Zhang, T. Y., & Meaney, M. J. (2010). Epigenetics and the environmental regulation of the genome and its function. Annual Review of Psychology, 61, 439–466. https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PSYCH.60.110707.163625
Zhao, C., Dong, C., Frah, M., Deng, Y., Marie, C., Zhang, F., Xu, L., Ma, Z., Dong, X., Lin, Y., Koenig, S., Nait-Oumesmar, B., Martin, D. M., Wu, L. N., Xin, M., Zhou, W., Parras, C., & Lu, Q. R. (2018). Dual Requirement of CHD8 for Chromatin Landscape Establishment and Histone Methyltransferase Recruitment to Promote CNS Myelination and Repair. Developmental Cell, 45(6), 753-768.e8. https://doi.org/10.1016/j.devcel.2018.05.022

IĞDIR ŞALAK KAYISISINDA BULUNAN BORUN MİKRODALGA FIRININDA ASİT EKSTRAKSİYONU OPTİMİZASYONUNUN SONRASINDA ICP-MS İLE TESPİTİ

Dr. Öğr. Üyesi Servet AŞKIN
Iğdır Üniversitesi; Sağlık Hizmetleri MYO
ORCID ID:0000-0002-4484-3523

ÖZET

Sadece meyve değil aynı zamanda kuru yemiş halinde tüketilen kayısı önemli besinlerdendir. Kayısı bileşiminde iz oranda bulunan ve atom numarası 5 bor (B) elementinin organizmalarda oldukça önemli biyokimyasal fonksiyonlarda görev aldığı tespit edilmiştir. Bor elementinin canlı organizmalarda: antioksidan, kemik gelişimi, beyin fonksiyonları ve zihinsel performans, antikanserojen etki gibi sağlık üzerine olumlu etkisinin olduğunu ancak eser element olması nedeniyle kısmen toksik etki de gösterdiği ifade edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü WHO tarafından bor için çevresel sağlık ölçütünde, havadan 0.44 µg gün^{-1}, içme suyunda 0.2-0.6 mg gün^{-1} ve diyetle 1-2 mg gün^{-1} sınırlar kabul edilmektedir. Özellikle şalak bileşiminde B elementinin tespit edilmediği ve mikrodalga fırında asitte (MWOD) yaş yakma ile ekstraksiyon yöntemi ve ayrıca ilk olarak sıcaklık, ikinci de ise süre ve son olarak güç optimizasyon prosesleri ile çözündürüldükten sonra ekstrakte edilen derişimleri ICP-MS'te literatürde bulunmamaktadır. Uygulanan yöntem, ICP-MS ile ölçüm yapılmadan önce MWOD'daki çözünme sürecinin önemini kanıtlamaktadır. Yöntemlerden birisi olan Mikrodalga fırında derişik asitte çözünmede uygulanan sıcaklık, süre ve güç parametre değişimleri kayısıdaki çekirdek, kabuk ve özdeki toksik elementlerde araştırılmamıştır. B esansiyel iz elementinin kayısıda çekirdekte, çekirdek kabuğunda ve meyve özünde en yüksek konsantrasyon değerleri sırası ile 1.67 mg kg^{-1}, 0.977 mg kg^{-1}, ve 2.61 mg kg^{-1} belirlendi. Bu toksik elementlerinin en küçük konsantrasyon değerleri ise çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özünde sırası ile 0.627 mg kg^{-1}, 0.067 mg kg^{-1}ve 1.124 mg.kg^{-1}, belirlendi. Sıcaklık, zaman ve güç proseslerinde ise en yüksek konsantrasyon değerleri sırası ile 2.04 µg kg^{-1}, 2.61 µg kg^{-1} ve 1.023 µg kg^{-1} belirlendi. Bu toksik elementlerinin en küçük konsantrasyon değerleri ise sıcaklık, zaman ve güç sırası ile 0.067 mg kg^{-1}, 0.067 mg kg^{-1}ve 1.58 mg.kg^{-1} tespit edildi. Sonuç olarak kayısı örneği ve B esansiyel elementi elementinin ICP- MS ile belirlenmesi üzerine Mikrodalga fırınında asit ile çözündürmelerinde sıcaklık, süre ve güç parametreleriyle belirlemesine ek olarak epidomolojik katkısını kanıtlandı.

Anahtar kelimeler: Bor, mikrodalga fırın, şalak, ICP-MS, epidomoloji

BORON IN IĞDIR ŞALAK APRICOT DETERMINATION AFTER ACID EXTRACTION OPTIMIZATION IN MICROWAVE OVEN BY ICP-MS

ABSTRACT

The apricot are important nutrients, consumed not only as fruit but also as nut. Boron (B), with atomic number 5 in the composition of apricots, was determined an essential microelement a role in very important biochemical functions in living organisms. There are explanation that boron element has positive effects on health in living organisms such as antioxidant, bone development, brain functions and mental performance, anticarcinogenic effect, because B is a trace element also has a partially toxic effect. The environmental health limits were accepted for boron as 0.44 μg day^{-1} from air, 0.2-0.6 mg day^{-1} in drinking water, and 1-2 mg day^{-1} in the diet by World Health Organization. In particular, the element B no detected in the composition of the şalak and the extraction method with wet digestion in acid (MWOD) in a microwave oven and also the ascertain of the extraction concentrations by ICP-MS after dissolving with the first temperature, second time and finally power optimization processes are not available in the literature. This method proves the importance of the dissolution process at the MWOD before measurement by ICP-MS. One of the methods, temperature, time and power parameter changes applied in the microwave oven, which is dissolved in concentrated acid, were investigated for variation the essential trace element B in the apricot kernel, kernel shell and flesh. The highest quantitative values of essential trace element B in apricot kernel, kernel shell and flesh were determined as 1.67 mg kg^{-1}, 0.977 mg kg^{-1}, and 2.61 mg kg^{-1}, respectively. The min quantitative assessment of B was determined as 0.627 mg kg^{-1}, 0.067 mg kg^{-1} and 1.124 mg kg^{-1} in the kernel, kernel shell and flesh, respectively. In the temperature, time and power processes, the highest quantitation boron were determined as 2.04 μg kg^{-1}, 2.61 μg kg^{-1} and 1.023 μg kg^{-1}, respectively. The min concentration values of B were determined as 0.067 mg kg^{-1}, 0.067 mg kg^{-1} and 1.58 mg.kg^{-1} with temperature, time and power, respectively. As a result, the epidemological contribution of the apricot sample and the determination of the essential trace element B by ICP-MS was proven in addition to the determination of the temperature, time and power parameters in the acid dissolution in the microwave oven.

Key Words: Boron, microwave oven, şalak, ICP-MS, epidemology

1.GİRİŞ

Kayısı en dışını saran kabuk, (zar) meyve özü, çekirdek kabuğu ve çekirdekten meydana gelmektedir (Aslan, 2016). Kayısı (Prunus armeniaca L.) Prunus cinsi, Rosaceae familyası, Rosales takımına giren bir türdür (Alan ve ark., 2013a). Kayısı (Prunus armeniaca L.) üretimi

aynı zamanda tüketimi yüksek olan sert çekirdekli meyve türlerindendir (Çokran, 2020a). Sadece meyve değil aynı zamanda kuru yemiş halinde tüketilen kayısı önemli besinlerdendir. Ülkemizde kayısı yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmakla birlikte ekonomik olarak yetiştiriciliği bazı bölgelerimize kaymıştır. Kayısı meyvesinde protein seviyesi düşük ancak meyve şekeri yüksek diyet lif oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kayısının içeriğinde sadece majör ve minör mineralin değil aynı zamanda antioksidan kapasitesinin olduğu rapor edilmiştir. (Asma, 2000; Karabudak, 2001; Hacıseferoğulları ve ark., 2007; Akin ve ark., 2008; Jime´nez ve ark., 2008; Erdoğan ve ark., 2011; Fratianni et al., 2018). Anti oksidan sadece fenolik içeriklerden değil aynı zamanda B esansiyel iz elementinin organizmalardaki önemli metabolik biyokimyasal bazı fonksiyonlarda görev aldığı belirtilmektedir (Göncü 1982). Gıda olarak tüketilen her besin bileşiminde farklı oranlarda bu esansiyel iz elementi olan borun miktarları sadece gıda türü değil aynı zamanda gıdaların yetiştirildiği alana göre değişmektedir (Dunlop and Özdemir, 1997). Esansiyel iz elementler canlı organizmalarda birçok enzim süreçlerinde görev yaparak canlılık faaliyetlerinde ve sürdürülmesinde önemli katkılarda bulunurlar (Fidan, 2006). Naghii ve ark. yaptığı çalışmada Avusturalya'da yaptığı canlı organizmalarda klorometrik yöntem kullanılarak günlük tüketilen gıdalardaki bor oranlarının belirlenmesiyle ilgili çalışmada kuru kayısılarda 2.00 mg $100g^{-1}$ olduğu gösterilmiştir (Nagaii ve ark 1996). Özellikle yüksek bor bileşimli alanlarda üretilen meyve ve sebzelerdeki bor oranın belirlenmesi çalışmasında kayısılarda 2.95–7.63 mg kg^{-1} tespit edilmiştir (Şimşek ve ark. 2003) İnsan ve hayvan organizmalarında metabolik faaliyetlerde epidomolojik oranda besin bileşimindeki bordan pozitif etkilendiği gösterilmiştir (Hunt ve Idso, 1999). Meyve-sebze kabuklu yemişler ve baklagiller ile mantarlarda Bor ve bileşenleri yününden oldukça zengin iken beyaz et ve süt ürünlerinde ise yetersizlik söz konusudur (Demirtaş, 2010). İnsan metabolizmasın ihtiyacı olan bor miktarının %50'sini günlük diyetlerdeki sebze-meyve ve kuruyemişlerin bileşimlerinden alınmaktadır (Anderson ve ark., 1994).

Atom numarası 5 olan ve atom kütlesi atom ağırlığı 10.81g B elementinin 10, 11, 12 ve 13 izotoplarının kararlı olanı 10 ve 11 dir. Bor elementi bor elementi doğada yapısında kristal suyu içeren oksitleri olan Ca, Na ve Mg tuz bileşikleri formunda bulunmaktadır (Duman, 2003). İnsanların en yaygın olarak tüketilen gıdalardaki bor oranları Tablo 1. verilmektedir (Yeşilbağ, 2009).

Tablo 1. Bazı gıdalardaki bor düzeyleri ($\mu g/g^{-1}$)

Meyveler/sebzeler		Hayvansal Gıdalar	
Muz	1.04	Sığır eti,	< 0.05
Elma	2.73	Tavuk	0.34
Kiraz	7	Kuzu	0.14
Portakal	2.17	Karaciğer (sığır)	<0.07
Şeftali	2.06	Peynir	0.19
Sebzeler		Süt (% 2 Yağ)	0.23
Avokado	11.1	Yumurta	0.12
Brokoli	2.47	Tahıl Ürünleri	
Havuç	2.59	Ekmek	0.48
Mısır	0.49	Mısır gevreği	0.92
Domates	0.75	Un	-
Diğer Ürünler		Pirinç	0.32
Bal	6.07	Makarna	0.14
Şeker	0.29	Yulaf unu	0.1

Bor elementinin ve bileşiklerinin literatürde toksitesi yok denecek düşük olmasına karşın organizmadaki birçok yaşamsal görevlerde rol aldığı kanıtlanmakla birlikte kayısılardaki miktarının belirlenmesi diğer gıdalardaki kadar ayrıntılı ele alınmamıştır. Bu çalışmada kayısı bileşimindeki bor elementini, çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özü extraksiyonunda Mikrodalga Fırında (MWOD) derişik asitte: sıcaklık, süre ve güç değişim ile optimum derişimleri ICP-MS ile doğru, hassas ve hızlı ölçülerek diyetlerde epidemolojik katkı araştırıldı.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı

Çalışma bölgesinin

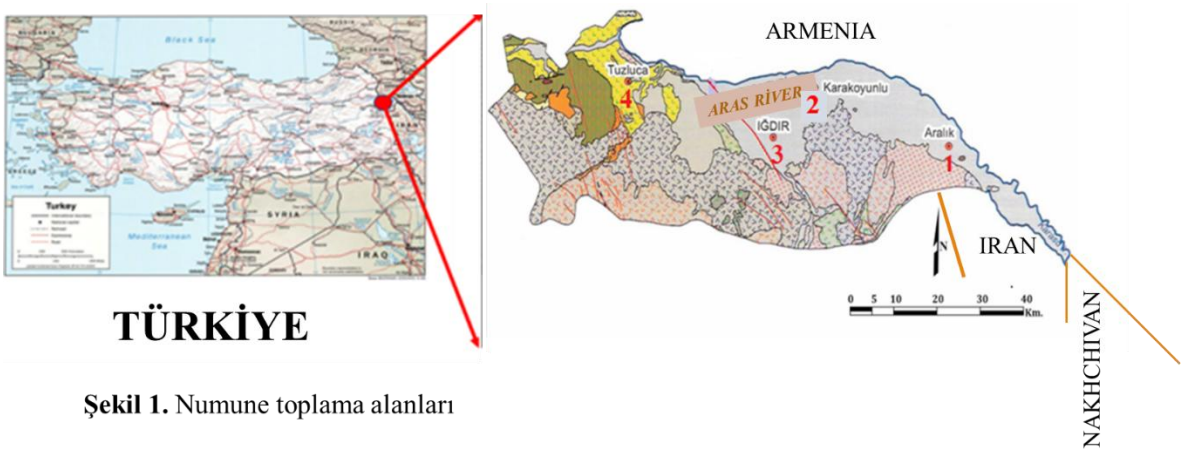
1- Doğuda Aralık ilçesi,

2-Karakoyun,

3-Iğdır merkez ve

4-Kuzey batıda Tuzluca

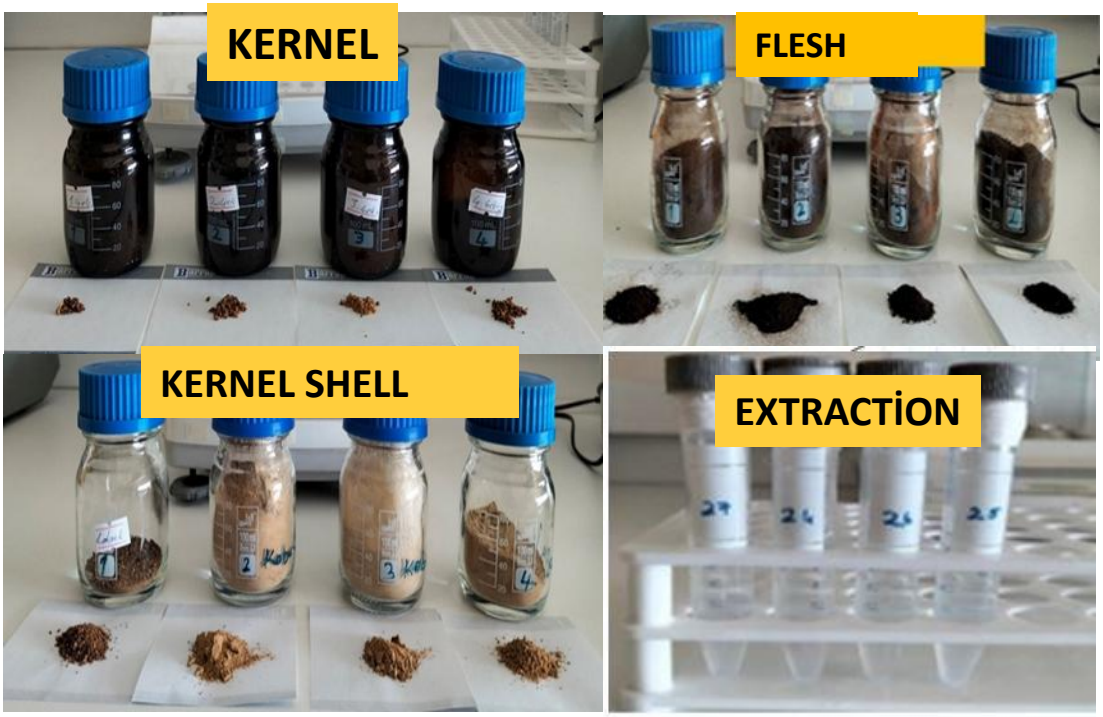
ilçesindeki kayısı ağaçlarından meydana gelmektedir. Araştırma alanıyla ilgili Iğdır ili haritası şekil 1 de verilmektedir.



Şekil 1. Numune toplama alanları

2.2.Numune Toplama ve Hazırlama

Kayısı meyveleri çalışma alanında yetişkin meyve ağaçlarından homojenliği sağlayacak şekilde onar tane toplanarak steril naylon poşetlerde vakumlanarak stoklandı. Daha sonra ultra safsu ile yıkandı ve çekirdek, çekirdek kabuğu ve kayısı meyvesi şeklinde gruplandırıldı. Örnekler 70°C de 72 saate etüvde kurutulup öğütüldükten sonra sabit tartıma getirildi. Daha sonra porselen havanda 300 mesh boyutunda elek altına kadar öğütüldü ve stok şişelerde mikrodalga fırında derişik asitte extrakt için toplandı. Numune stok vakumlu şişelerdeki fotoğrafı şekil 2. de verilmektedir.



Şekil 2. Kayısıların çekirdek, kabuk ve meyve özünün numune ve MWOD exstrakte görüntüleri

2.3. Kullanılan araç gereçler ve kimyasallar

Kayısı numunelerinin asitle mikrodalga fırınına yakılarak çözündürülmesi işlemlerinde: Ultrapure olarak Merck firmasından sağlanan %65 suprapure HNO_3, %36,5 suprapure HCl ve % 30 suprapure H_2O_2 derişik şekilde kullanıldı. Bor elementinin ICP-MS için standart çözeltisinde IV-STOCK-6 multimix standard çözeltisi 5 µg L-1 ,10 µg L-1 ve 25 µg L-1 seyreltilerek kalibrasyon eğrisi R = 0.9996 şeklinde elde edildi.

ETHOS one Milestone, Sorisole marka mikrodalga fırın ve Agilent 7700 model ICP-MS cihazı, analitik terazi, havan, desikatör, vakumlu stok şişeleri kullanıldı.

2.4. Numunelerde ekstraksiyon hazırlama

Stok halde bulunan kayısı numunelerinden her birinden analitik terzi ile 0,1.000 gr'lık tartım yapıldı. Her yakım numunesinde 3 eşit tartım alındı. Tartımı yapılan kayısı numuneleri mikrodalga fırının 100 mL teflon tüplere konularak üzerine derişik 1,8 mL HNO_3 derişik 0,6 mL HCl ve yine derişik 0,6 mL H_2O_2 ilave edilip 2 dakika aşırı asit gazının giderildikten sonra kapatıldı. Daha sonra mikrodalga fırınında çözündürme işlemine başlandı.

Mikrodalga fırınında çözündürme işlemi tamamladıktan sonra fırından çıkarılan numunelerin oda sıcaklığına kadar soğuması beklendi. Küvetler 2 normallik 2 mL HNO_3 ile durulandı. Çözelti 15 mL falkon tüplerde ultra saf su ile 12 ml seyreltilerek ICP-MS ile ölçümü yapıldı.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1.Mikrodalga fırında sıcaklık değişim optimizasyonu

Sıcaklık optimizasyonu

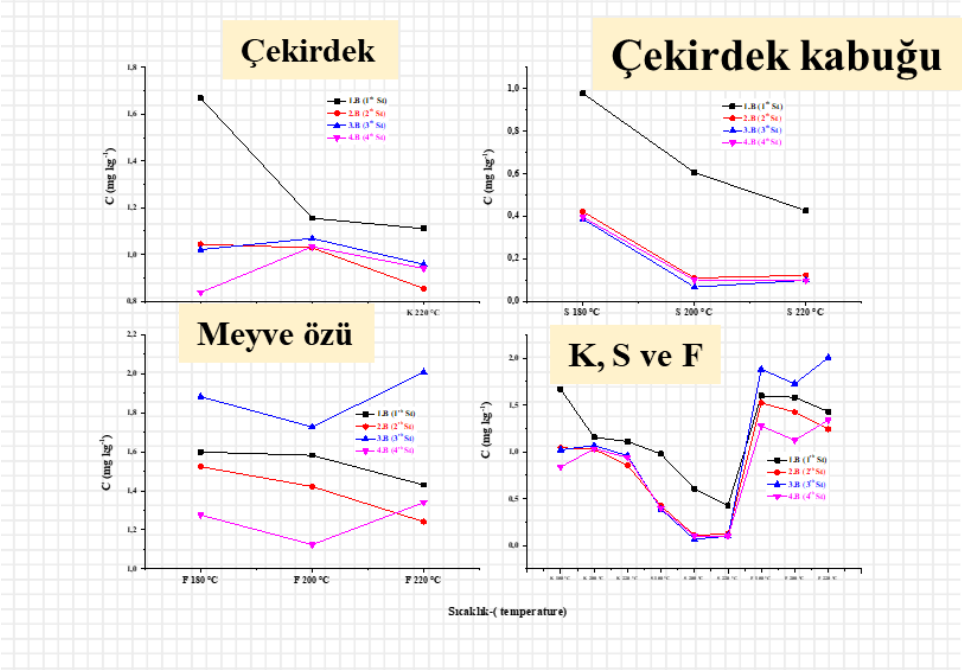
Mikro dalga fırında derişik asitte çözündürme prosesleri kayısının çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özü stok örneklerinden analitik terazide ile üçer 0,1.000 gr'lık tartım yapıldı. Mikrodalga fırın 100 mL teflon küvetlerine konularak üzerine derişik 1,8 mL HNO_3 derişik 0,6 mL HCl ve yine derişik 0,6 mL H_2O_2 ilave edilip 2 dakika aşırı asit gazının giderildikten sonra kapatıldı. Daha sonra mikrodalga fırınında aşağıdaki sıcaklık prosesleri ile çözündürme işlemine tamamlandı.

I-180°C -800 Watt ve 15dakika çözündürülme.

II-200°C-800 Watt ve 15dakika çözündürülme

II-220°C-800 Watt ve 15dakika çözündürülme

Bor esansiyel elementinin ekstrak derişimi ICP-MS ölçülerek grafiğe geçirildi. Elde edilen sonuçlar şekil 3. verilmektedir.



Şekil.3. Kayısıdaki çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özündeki B elementinin mikrodalga fırınında ekstraktında sıcaklık değişimin ICP-MS sonuçları

Mikrodalga fırında derişik asitte sıcaklık optimizasyonunda en yüksek 4.bölgedeki kayısı meyve özünde 220 °C sıcaklıkta 2.040 mg kg-1, en az 3. bölgedeki çekirdekte 200°C 0.067 mg kg^{-1} tespit edildi. Elde edilen bu sonuçlar borlu alanlarda yetiştirilen kayısı kayısılardaki özellikle meyve özündeki sonuçlarla örtüşmekle birlikte kayısılardaki çekirdek ve çekirdek kabuğunda bor elementi yönünden bu çalışmada inovasyon oluşturmaktadır (Şimşek, 2003).

Süre optimizasyonu

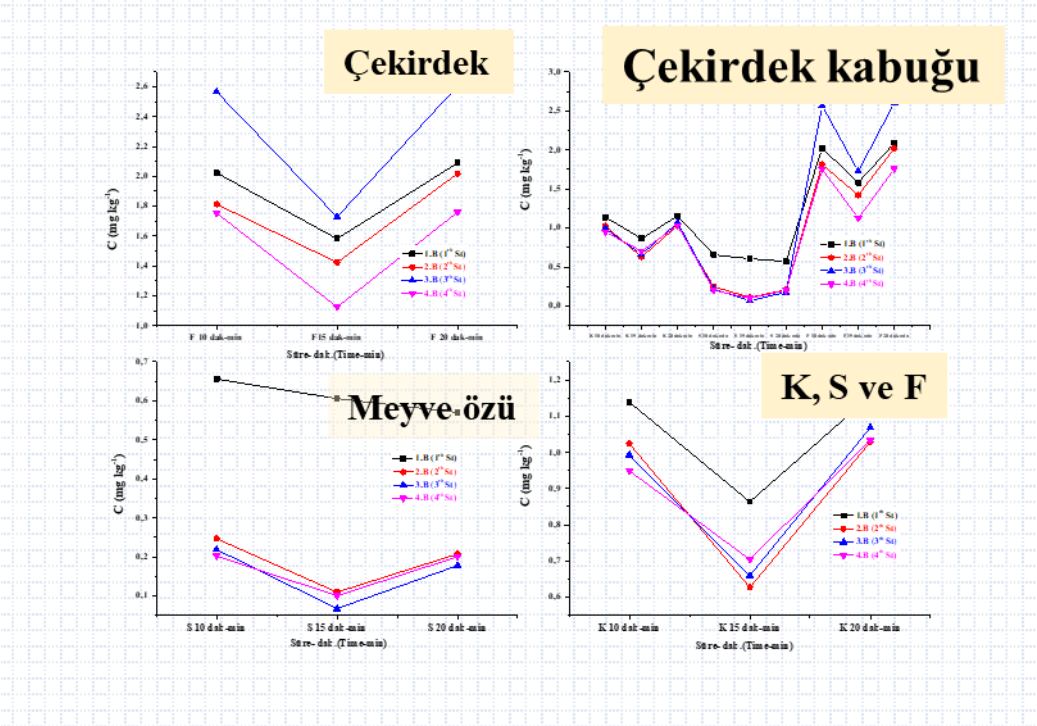
Mikro dalga fırında derişik asitte çözündürme proseseri kayısının çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özü stok örneklerinden analitik terazide ile üçer 0,1.000 gr'lık tartım yapıldı. Mikrodalga fırın 100 mL teflon küvetlerine konularak üzerine derişik 1,8 mL HNO_3 derişik 0,6 mL HCl ve yine derişik 0,6 mL H_2O_2 ilave edilip 2 dakika aşırı asit gazının giderildikten sonra kapatıldı. Daha sonra mikrodalga fırınında aşağıdaki süre prosesleri ile çözündürme işlemine tamamlandı.

I-10 dak.-800 Watt ve 200°C çözündürülme

II-15dak.-800 Watt ve 200°C çözündürülme

II-20 dak.-800 Watt ve 200°C çözündürülme

Bor esansiyel elementinin ekstrakt derişimi ICP-MS ölçülerek grafiğe geçirildi. Elde edilen sonuçlar şekil 4. verilmektedir.



Şekil.4. Kayısıdaki çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özündeki B elementinin mikrodalga fırınında ekstraktında süre değişimin ICP-MS sonuçları

Mikrodalga fırında derişik asitte süre optimizasyonunda en yüksek 4.bölgedeki kayısı meyve özünde 20 dakikada 2.040 mg kg^{-1} en az 3. bölgedeki çekirdekte 15 dakikada 0.067 mg kg-1 tespit edildi. Elde edilen bu sonuçlar borlu alanlarda yetiştirilen kayısı kayısılardaki özellikle meyve özündeki sonuçlarla örtüşmekle birlikte kayısılardaki çekirdek ve çekirdek kabuğunda bor elementi yönünden bu çalışmada süre parametresinin etkisinin olduğu kanıtlamaktadır (Şimşek, 2003).

Güç optimizasyonu

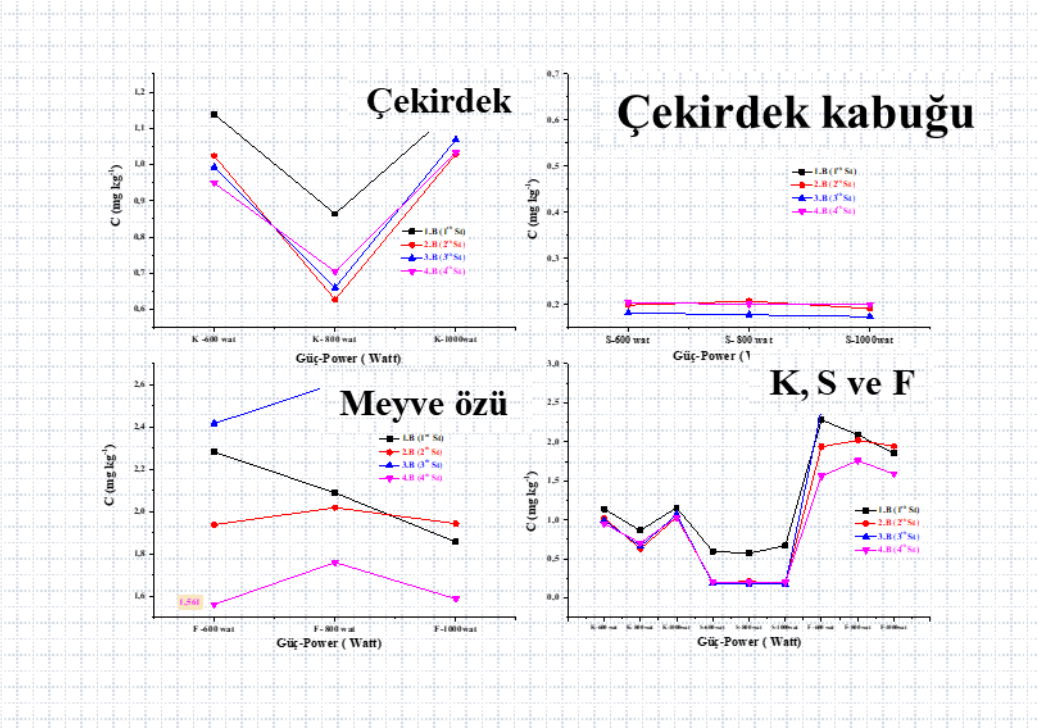
Mikro dalga fırında derişik asitte çözündürme proseseri kayısının çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özü stok örneklerinden analitik terazide ile üçer 0,1.000 gr'lık tartım yapıldı. Mikrodalga fırın 100 mL teflon küvetlerine konularak üzerine derişik 1,8 mL HNO3 derişik 0,6 mL HCl ve yine derişik 0,6 mL H2O2 ilave edilip 2 dakika aşırı asit gazının giderildikten sonra kapatıldı. Daha sonra mikrodalga fırınında aşağıdaki güç prosesleri ile çözündürme işlemine tamamlandı.

I-180°C 15 dakika ve 600 Watt çözündürülme

II-180°C 15 dakika ve 800 Watt çözündürülme

III-180°C 15 dakika ve 1000 Watt çözündürülme

Bor esansiyel elementinin ekstrakt derişimi ICP-MS ölçülerek grafiğe geçirildi. Elde edilen sonuçlar şekil 5. verilmektedir.



Şekil.5. Kayısıdaki çekirdek, çekirdek kabuğu ve meyve özündeki B elementinin mikrodalga fırınında ekstraktında güç değişimin ICP-MS sonuçları

Mikrodalga fırında derişik asitte süre optimizasyonunda en yüksek 3.bölgedeki kayısı meyve özünde 800 wat'ta 2.040 mg kg^{-1} en az 3. bölgedeki çekirdekte 1000 wat'ta 0,173 mg kg^{-1} tespit edildi. Elde edilen bu sonuçlar borlu alanlarda yetiştirilen kayısı kayısılardaki özellikle meyve özündeki sonuçlarla örtüşmekle birlikte kayısılardaki çekirdek ve çekirdek kabuğunda bor elementi yönünden bu çalışmada güç parametresinin parametresinin etkisinin olduğu kanıtlamaktadır (Şimşek, 2003).

4. Conclusions

Sıcaklık optimizasyonunun kayısıdaki bor esansiyel iz elementinin belirlenmesin-de özellikle çekirdek ve meyve özünde etkin olduğu kanıtlandı. Özellikle 3. bölge-deki kayısı meyve özünde esansiyel iz element artış gözlendi. Sıcaklık artışında mikro dalga ekstraksiyonunda çekirdek kabuğu ve meyve özünde 180 °C iken çekirdekte ise 200 °C optimum B tespit edildi. Bununla birlikte özellikle meyve özündeki esansiyel iz elementi olan bor oranı en yüksek 2,605 mg kg-1 iken minimum ise 0.067 mg kg-1 çekirdek kabuğunda tespit edildi. Mikro dalga fırında derişik asitte süre çalışmasında çekirdek ve meyve özünde 20 dakikada optimum B elementi ölçüldü. Çekirdek kabuğunda ise 10 dakikada optimum B elementi belirlendi. Örnek çekirdeklerin mikro dalga çözündürme ekstraksiyonunda 1000 watt. optimum sonuç verirken meyve özünde ise 800 wat güç prosesi optimum olduğu tespit edildi.

İ-Mikro dalga fırında çözündürmede sıcaklık değişiminde en yüksek artış 180 °C -220 °C ile % 76.39 meyve özünde gerçekleşirken, en çok azalma % 55.84 çekirdekte tespit edildi.

İİ-Mikro dalga fırında çözündürmede süre değişiminde en yüksek artış 15 dak.-20 dak. ile % 87.77 meyve özünde gerçekleşirken, en çok azalma 10 dak.-15 dak. % 83.95 çekirdekte tespit edildi.

İİİ-Mikro dalga fırında çözündürmede güç değişiminde en yüksek artış 800 wat-1000 wat ile % 40.85 çekirdekte gerçekleşirken, en çok azalma 600 watt.-800 wat. % 39.69 çekirdekte tespit edildi.

Mikro dalga fırında çözündürmede Kayısı çekirdek ve meyve özünde sıcaklık süre ve güç optimizasyon çalışmasında esansiyel iz elementi olan B elementin derişimlerin parabolik tespit edildi. Bununla birlikte bu makale ile insan organizmasında WHO tarafından kabul edilen tüketim için sınır olan 1-2 mg gün^{-1} diyet miktarını karşılayabileceğini göstermektedir (WHO1998).

Bilgilendirme: (SHY1021Y32 "Iğdır İl ve İlçelerindeki Kayısı Çekirdeğindeki As, Hg, Cd, Pb, Cu ve Zn Element Düzeylerinin ICP MS ile tespitine Mikrodalga Fırında Çözünmenin Etkisi") adlı proje kapsamında hazırlanmıştır.

REFERENCES

Acma, H. H., Yaman S., Alkan, M., and Kucukbayrak, S. 2014. Mineralogical characterization of chemically isolated ingredients from biomass, Energy Conversion and Management 77, 221–226 http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.09.024

Akin, EB., Karabulut, I. & Topcu, A., 2008. Some compositional properties of main Malatya apricot (Prunus armeniaca L.) varieties. Food Chemistry, 107(2), 939-948.

Aksoy Y., Savaş D., Dursun S. 2012, Iğdır İlinin Mekansal Analiz Raporu, Iğdır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü T.C Çevre ve Şehirlilik Bakanlığı 2012.

Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Zorver, F., Kiycak, G., Çiçek A.İ., 2013a. Malatya Kayısısı (Prunus armeniaca L.) ve Kayısı Çekirdeklerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi. 4(2), 60-69.

Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Zorver, F., Kiycak, G., Çiçek A.İ., 2013b. Malatya Kayısısı (Prunus armeniaca L.) ve Kayısı Çekirdeklerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi. 4(2), 60-69.

Anderson, D.L., Cunrıingham, W.c. ve Lindstrom, T.R. (1994). Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, CL, and NaCl in foods. 1. Food Comp.Analy. 7, 59-82.

Aslan, M.A., 2016. Malatya'da Yetişen Dört Farklı Kayısı Türünün Doğal Şartlarda Kurutma Hız Eğrilerinin Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya. 76.

Barnet, L., S., Yamashita, G., H., Anzanello, M., J., Pozebon, D. 2023. Determination of the most informative chemical elements for discrimination of rice samples according to the producing region. Food Chemistry, 402, 134208. https://d0i.0rg/l 0.1016/j.foodchem.2022.134208

Caiiellas, J., Femenia, A. Rossello,C., and Soler, L. 1992. Chemical Composition of the Shell of Apricot Seeds, J Sci Food Agric, 59, 269-211

Chen, L., Shen, M., Ma, A. 2018. Investigation of trace element content in the seeds, pulp, and peel of mashui oranges using microwave digestion and ICP-MS analysis. Biol Trace Elem Res, 182, 152–158. DOI 10.1007/s12011-017-1055-6

Cui, Y., M.I. Winton, Z.F. Zhang, C. Rainey, J. Marshall, J.B. Dekernion and C.D. Eckhert, 2004. Dietary boron intake and prostate cancer risk. Oncol. Rep., 11(4):887-920
Devirian TA, Volpe SL. The physiological effects of dietary boron. Crit Rev Food Sci 2003; 43: 219-231.
Demirtaş A., 2010, "Bor'un İnsan Beslenmesi ve Sağlığı Açısından Önemi."Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 41 (1), 75-80, 2010 ISSN : 1300-9036
Erdoğan Orhan, I., Kartal, M., 2011. Insights into research on phytochemistry and biological activities of Prunus armeniaca L.(apricot). Food Research International, 44(5), 1238-1243.
Fidan, H., 2006. "Sığırların serumlarındaki bazı element düzeyleri üzerine mevsimsel değiÇimlerin etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
Fratianni, F., Ombra, MN., d'Acierno, A., Cipriano, L. & Nazzaro, F., 2018. Apricots: biochemistry and functional properties. Current Opinion in Food Science,19,23-29
Güzelsoy, N. A., (2013). Element Analysıs In Some Food Supplements with ICP-MS and Analytical Problems. MSc Thesis, Uludag University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Chemistry, Bursa.67. (Turkish)
Göncü, N. 1982. Dünya ve Türkiye'de Metal ve Mineral Kaynaklarının Potansiyeli, Ticareti, Beklenen Gelişmeler, 10. Bor Mineralleri, M.T.A. Enst. Yayınları, 187, Ankara.
Jiménez, AM., Martínez-Tomé, M., Egea, I., Romojaro, F., Murcia, MA., 2008. Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot 210 (Prunus armeniaca v. bulida). European Food Research and Technology, 227(1), 125-134.
Hacıseferoğulları, H., Gezer, İ., Özcan, MM., Asma, BM., 2007. Post harvest chemical and physical-mecanical properties of some Apricot varieties cultivated in Turkey. Journal of Food Engineering, 79, 364-373.
Hunt D. C., Idso J. P., 1999."Dietary boron as a phsiological regulator of normal inflammatory response: a review and current research progress", J Trace Elem Exp Med, 12, 221–233.
Karabudak, E., 2001. Kayısı ve insan sağlığı. Kayısı Sempozyumu, 89-96, Malatya
Naghii, M.R., Wall, P.M.L. ve Samrnan, S. (1996). The boron content of se1ected foods and the estimation of its daily intake among free-living sub- jects. J. Am. CalJ. Nutr.15, 614-619.
Roussos, P. A., Denaxa, N.-K., Tsafouros, A., Efstathios, N. and Intidhar, B. 2016 Apricot (Prunus armeniaca L.) Nutritional Composition of Fruit Cultivars, http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00002-7
Şimşek, A, Velioğlu, S., Coşkun, AL. ve Şayh, B.S. (2003). Boron concentrations of selected foods from borate-producing regions in Turkey. J. Sci. Food Agr. 83(6), 586-592, DOI: 10.1002/jsfa.1408
Özdemir, G. 2018. Meyve Sularinda Eser Element Konsantrasyonlarının Tayini, Y. Lisans Tezi, Trakya Ü. Edirne
Yeşilbağ D., 2008, Hayvan Beslemede Bor Elementinin Kullanımı Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med. 27 (2008), 1-2: 61-68

ORAL VE MAKSİLLOFASİYAL CERRAHİDE BOTULİNUM TOKSİNİN GÜNCEL KLİNİK KULLANIMLARI

Seçil ÇOBANOĞLU
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-9233-4862

ÖZET

Botulinum toksini (BoNT), nöromüsküler kavşakta asetilkolin salınımını bloke ederek geçici kas paralizisine neden olan güçlü bir nörotoksin olup günümüzde oral ve maksillofasiyal cerrahi alanında hem fonksiyonel hem estetik amaçlarla geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Clostridium botulinum tarafından üretilen BoNT, kas hiperaktivitesinin, distonilerin, parafonksiyonel alışkanlıkların ve kronik ağrının yönetiminde etkili bir tedavi seçeneği sunmakta; özellikle oromandibular distoni, hemifasiyal spazm, blefarospazm ve servikal distoni gibi hareket bozukluklarında ilk basamak tedavilerden biri haline gelmiştir. Analjezik etkisi ile migren, trigeminal nevralji ve miyofasiyal ağrı sendromunda ağrı şiddetini ve atak sıklığını azaltmakta; implant cerrahisi, ortognatik cerrahi ve çene kırıklarında kas kaynaklı çekme kuvvetlerini azaltarak cerrahi stabiliteyi desteklemektedir. Bruksizm ve TME bozukluklarında masseter, temporalis ve pterygoid kaslara uygulanan enjeksiyonlar ile kas aktivitesi azalmakta, eklem fonksiyonu ve hasta konforu belirgin şekilde iyileşmektedir. Rekürrent TME dislokasyonunda lateral pterygoid kasın aşırı aktivitesinin kontrol altına alınması, tekrarlayıcı epizotların azaltılmasında önemli bir avantaj sağlamaktadır. Estetik uygulamalarda alın, glabella, periorbital bölge, masseter hipertrofisi ve gummy smile tedavisinde düşük doz enjeksiyonlarla hem yüz konturu hem de estetik görünümde anlamlı iyileşme elde edilmektedir. Uygulama başarısı; doğru endikasyon, uygun hasta seçimi, preparatın doğru sulandırılması, anatomiye hakimiyet ve güvenli enjeksiyon teknikleriyle yakından ilişkilidir. BoNT'nin geniş endikasyon yelpazesi, minimal invaziv yapısı ve yüksek hasta memnuniyeti, onu modern oral ve maksillofasiyal cerrahi pratiğinde vazgeçilmez bir tedavi modalitesi haline getirmektedir. Güncel literatür, BoNT'nin hem fonksiyonel hem de estetik sonuçlarda yüksek etkinlik sunduğunu göstermekte olup uygulama protokollerinin standardizasyonu için ileri klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Botulinum toksini, bruksizm, distoni, oral ve maksillofasiyal cerrahi, TME bozuklukları

CURRENT CLINICAL APPLICATION OF BOTULINUM TOXIN IN ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY

ABSTRACT

Botulinum toxin (BoNT) is a potent neurotoxin that induces temporary muscle paralysis by inhibiting acetylcholine release at the neuromuscular junction and has become widely utilized in oral and maxillofacial surgery for both functional and aesthetic purposes. Produced by Clostridium botulinum, BoNT offers an effective therapeutic option in the management of muscle hyperactivity, dystonia, parafunctional habits, and chronic pain, and is considered one of the primary treatment modalities for movement disorders such as oromandibular dystonia, hemifacial spasm, blepharospasm, and cervical dystonia. Its analgesic properties contribute to significant reductions in pain intensity and attack frequency in conditions such as migraine, trigeminal neuralgia, and myofascial pain syndrome, while in implant dentistry, orthognathic surgery, and facial fractures, BoNT reduces muscle-generated forces, supporting postoperative stability. In bruxism and temporomandibular disorders, injections into the masseter, temporalis, and pterygoid muscles decrease muscle activity, improve joint function, and enhance patient comfort. In recurrent temporomandibular joint dislocation, controlling the excessive activity of the lateral pterygoid muscle reduces the frequency of episodes and improves functional outcomes. Aesthetically, BoNT provides meaningful improvements in facial contour and appearance through low-dose injections applied to the forehead, glabella, periorbital region, masseter hypertrophy, and gummy smile. Clinical success depends on accurate indication, proper patient selection, correct reconstitution protocols, strong anatomical knowledge, and safe injection techniques. Owing to its broad range of indications, minimally invasive nature, and high patient satisfaction rates, BoNT has become an indispensable therapeutic tool in modern oral and maxillofacial surgery. Current evidence demonstrates its high efficacy in both functional and aesthetic applications, while further randomized clinical studies are required to standardize treatment protocols and refine guidelines for optimal use.

Keywords: Botulinum toxin, bruxism, dystonia, oral and maxillofacial surgery, TMJ disorders

MİYOFASİYAL AĞRI SENDROMU: ETİYOLOJİ, TANI VE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Seçil ÇOBANOĞLU
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-9233-4862

ÖZET

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS), iskelet kaslarında gergin bantlar içinde yerleşen tetik noktaların neden olduğu bölgesel ağrı, yönlendirilmiş ağrı paternleri, motor disfonksiyon ve çeşitli otonomik bulgularla karakterize, multifaktöriyel kökenli yaygın bir kas-iskelet sistemi bozukluğudur. Etiyolojisinde makro ve mikrotravmalar, kötü postür, tekrarlayıcı yüklenmeler, stres ve uyku bozuklukları gibi çevresel faktörlerin yanı sıra hormonal-metabolik değişiklikler ve psikolojik durumların da önemli rol oynadığı bilinmektedir. Patofizyolojide motor uç plaklarında artmış asetilkolin salınımı, buna bağlı sarkomer kısalması, lokal hipoksi ve "enerji krizi" mekanizması tetik nokta gelişiminin temelini oluşturur. Tanıda palpasyon ile gergin bantların ve aşırı duyarlı nodüllerin belirlenmesi kritik öneme sahiptir; 2018 Delphi kriterlerine göre ağrının karakteristik yönlendirilmiş biçimde yeniden üretilebilmesi tanısal doğruluğu artırır. MAS en sık baş-boyun-omuz kuşağında görülmekle birlikte fibromiyalji, servikal radikülopati ve temporomandibular eklem bozukluklarıyla karışabilmektedir. Tedavide farmakolojik (NSAİİ'ler, trisiklik antidepresanlar, kas gevşeticiler) ve farmakolojik olmayan fiziksel modalitelerin (sıcak-soğuk uygulamalar, ultrason, lazer, TENS, manuel terapi teknikleri) birlikte kullanıldığı multidisipliner yaklaşım esastır. Germe ve güçlendirme egzersizleri kas fonksiyonlarının yeniden düzenlenmesine katkı sağlarken; kuru iğneleme, tetik nokta enjeksiyonları, botulinum toksin uygulaması ve proloterapi gibi girişimsel yöntemler daha inatçı olgularda etkili seçenekler sunmaktadır. Postür bozuklukları, parafonksiyonlar, ergonomik hatalar, stres ve uyku düzensizlikleri gibi devam ettirici faktörlerin ortadan kaldırılması tedavinin başarısı için temel koşuldur. Sonuç olarak MAS, doğru tanı ve bireyselleştirilmiş tedavi planlaması gerektiren karmaşık bir klinik durumdur. Multidisipliner ve bütüncül yaklaşım, hem ağrı kontrolünü hem de hastaların yaşam kalitesini belirgin şekilde iyileştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Miyofasiyal ağrı sendromu, temporomandibular bozukluklar, tetik nokta

MYOFASCIAL PAIN SYNDROME: ETIOLOGY, DIAGNOSIS AND CONTEMPORARY TREATMENT APPROACHES

ABSTRACT

Myofascial pain syndrome (MPS) is a multifactorial musculoskeletal disorder characterized by the presence of trigger points located within taut bands of skeletal muscle, giving rise to regional pain, referred pain patterns, motor dysfunction, and several autonomic manifestations. Its etiology encompasses macro- and microtrauma, improper posture, repetitive overuse, sleep disturbances, emotional stress, and various hormonal–metabolic alterations, all of which contribute to the development and persistence of trigger points. Pathophysiologically, excessive acetylcholine release at the motor end plate, persistent sarcomere contraction, local hypoxia, and a subsequent "energy crisis" constitute the core mechanism underlying trigger point formation. Clinically, diagnosis relies on palpation-based detection of taut bands and hypersensitive nodules; according to the 2018 Delphi criteria, reproduction of characteristic referred pain significantly enhances diagnostic reliability. MPS most commonly affects the head–neck–shoulder region and frequently overlaps with conditions such as fibromyalgia, cervical radiculopathy, and temporomandibular disorders, which may complicate differential diagnosis. A multidisciplinary treatment strategy is essential for effective management. Pharmacological options include NSAIDs, tricyclic antidepressants, and muscle relaxants, whereas non-pharmacological modalities—such as thermotherapy, ultrasound, laser therapy, TENS, manual therapy techniques, stretching, and strengthening exercises—are widely implemented to restore muscular function. For persistent or refractory cases, interventional approaches including dry needling, trigger point injections, botulinum toxin administration, and prolotherapy provide valuable therapeutic alternatives. Addressing perpetuating factors such as poor posture, parafunctional habits, ergonomics, psychological stress, and inadequate sleep is fundamental to achieving long-term treatment success. In conclusion, MPS is a complex condition that requires accurate diagnosis and individualized, multimodal treatment planning. A comprehensive, multidisciplinary approach not only improves pain control but also enhances overall functional outcomes and quality of life.

Keywords: Myofascial pain syndrome, temporomandibular disorders, trigger point

KOAH'LI HASTALARDA ÜST EKSTREMİTE PERFORMANSI İLE GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Emre Furkan YİĞİTER
Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 34854 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0003-2825-2608
Aysel YILDIZ ÖZER
Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 34854 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0739-6143

Giriş-Amaç: KOAH; kronik, progresif, multisistemik bir hastalıktır. Genellikle alt ekstremite kaslarının tutulumu belirgin olmakla birlikte KOAH'ın üst ekstremite performansını etkileyebileceği yakın dönemdeki çalışmalarda ele alınmıştır. Bununla birlikte ileri seviye olgularda hastalığa bağlı olarak günlük yaşam aktivitelerinin ve yaşam kalitesinin de etkilendiği bilinmektedir. Bu çalışmada amacımız, KOAH'lı hastalarda üst ekstremite performansı ile günlük yaşam aktivitelerine katılım arasında ilişki olup olmadığını araştırmaktır.

Gereçler ve Yöntem: Kasım 2024 – Ağustos 2025 tarihleri arasında, KOAH tanısı almış, KOAH GOLD evrelemesine göre GOLD 1-2 ve A-B evresinde olan, 40 gönüllü değerlendirildi. Katılımcıların klinik ve demografik verileri kaydedildi. Efor Sonrası Dispne Skorları, Barthel Günlük Yaşam Aktiviteleri İndeksleri (BGYAI), 6 Dakika Pegboard ve Ring Testi Skorları (6MPRT) ve Jamar El Dinamometresi Kavrama Gücü Skorları ölçüldü. Veriler SPSS 26 istatistik programı kullanılarak analiz edildi. Analizde Spearman Korelasyon Testi kullanıldı.

Bulgular: 40 katılımcı verisi analiz edildi. Katılımcıların %37,5'i Kadın, %62,5'i Erkek ve yaş ortalamaları 59,73±6,97 yıl idi. GOLD evrelemesine göre olguların %72,5'i GOLD 1, %65'i GOLD A evresindeydi. Korelasyon analizlerinde BGYAI 6MPRT (r:0,72, $p<0,05$), Jamar El Dinamometresi Kavrama Gücü Skoru (r:0,621, $p<0,05$) arasında pozitif yönlü, orta-güçlü dereceli; klinik bulgulardan CAT skoru (r:-0,536, $p<0,05$), mMRC skoru (r:-0,677, $p<0,05$) arasında negatif yönlü, orta-güçlü dereceli ilişki bulundu.

Tartışma ve Sonuç: KOAH; hastaların günlük yaşam aktivitelerine katılımını etkileyen, kronik, progresif ve multisistemik bir hastalıktır. KOAH'ta alt ekstremite kas performansının yanı sıra üst ekstremite kas performansında da belirgin azalmalar görülmektedir. Çalışmamızda günlük yaşam aktivitelerine katılımı değerlendiren BGYAI ile üst ekstremite kas performansını gösteren 6MPRT skoru ve Jamar El Dinamometresi Kavrama Gücü Skoru arasında ilişki bulunmuştur. Sonuçlarımız KOAH'lı hastalarda etkilenmiş olan üst ekstremite kas performanslarının günlük yaşam aktivitelerine katılımı düşüreceği yönündedir.

THE RELATIONSHIP BETWEEN UPPER EXTREMITY PERFORMANCE AND ACTIVITIES OF DAILY LIVING IN PATIENTS WITH COPD

Introduction-Objective: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is characterized as a chronic, progressive, and multisystemic disorder. Although lower extremity muscle involvement is typically the most prominent feature, recent studies have increasingly addressed the potential impact of COPD on upper extremity performance. Furthermore, it is well-established that in advanced stages, the disease significantly compromises both activities of daily living (ADL) and quality of life. Consequently, the objective of this study is to investigate the association between upper extremity performance and participation in activities of daily living among patients with COPD.

Materials and Methods: Between November 2024 and August 2025, a total of 40 volunteers diagnosed with COPD, classified as GOLD stages 1-2 and groups A-B according to the GOLD guidelines, were evaluated. The clinical and demographic data of the participants were recorded. Measurements included Post-Exercise Dyspnea Scores, the Barthel Index (BI), 6-Minute Pegboard and Ring Test (6PBRT) scores, and grip strength scores assessed via a Jamar Hand Dynamometer. Data analysis was conducted using the SPSS version 26.0 statistical software package, and the Spearman Correlation Test was utilized to determine statistical associations.

Results: Data from 40 participants were analyzed. Of the participants, 37.5% were female and 62.5% were male, with a mean age of 59.73±6.97 years. According to the GOLD classification, 72.5% of the subjects were in GOLD stage 1, and 65% were in GOLD group A. Correlation analyses revealed a statistically significant, positive, moderate-to-strong relationship between the BI scores and both the 6PBRT ($r=0.72$, $p<0.05$) and the Jamar Hand Dynamometer Grip Strength Score ($r=0.621$, $p<0.05$). Conversely, a negative, moderate-to-strong relationship was observed between the BI scores and clinical parameters, specifically the CAT score ($r=-0.536$, $p<0.05$) and the mMRC score ($r=-0.677$, $p<0.05$).

Discussion and Conclusion:COPD is a chronic, progressive, and multisystemic disease that significantly impacts patients' participation in activities of daily living. In addition to the well-documented involvement of lower extremity muscle performance, distinct reductions in upper extremity muscle performance are also evident in COPD. In the present study, a significant relationship was identified between the BI, which evaluates participation in activities of daily living, and indicators of upper extremity muscle performance, specifically the 6PBRT score and the Jamar Hand Dynamometer Grip Strength Score.

Our results suggest that compromised upper extremity muscle performance in patients with COPD adversely affects participation in activities of daily living.

CRISPR/Cas9 ARACILI GENOM DÜZENLEME İLE ATM ve DNA-PKc FOSFORİLASYON ZAMANLARININ BELİRLENMESİ

Pınar BAHŞİ
Akdeniz University,Faculty of Medicine,Department of Medical Biology, 07070, Konyaaltı,Antalya
ORCID: 0000-0000-1700-8480
Şeyma Nur POLAT
Akdeniz University,Faculty of Medicine,Department of Medical Biology, 07070, Konyaaltı,Antalya
ORCID: 0009-0004-2050-7922
Düriye Nur DAĞDELEN
Akdeniz University,Faculty of Medicine,Department of Medical Biology, 07070, Konyaaltı,Antalya
ORCID: 0000-0003-0846-9893
Fatma Zehra HAPİL ZEVKLİLER
Akdeniz University,Faculty of Medicine,Department of Medical Biology, 07070, Konyaaltı,Antalya
ORCID: 0000-0002-0055-9926

ÖZET

CRISPR/Cas9, yüksek doğrulukla DNA kesimi yapabilen ve genom düzenlemede devrim yaratan bir sistemdir. Bu sistemde, Cas9 proteini, rehber RNA (gRNA)'yı bağlar ve genomde bu bölgenin hemen ardından gelen bir PAM dizisi varsa HNH ve RuvC endonükleaz bölgeleri ile DNA'da çift zincir kırığı oluşturur. Ancak ökaryotik hücrelerde Cas9 proteininin hücre içinde uzun süre kalması, hedef dışı kesimlerin ("off-target") zaman içinde birikmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, çift zincir kırıklarının tamirinde rol alan DNA-PKc ve ATM enzimlerinin ne zaman aktive olduğunun bilinmesi CRISPR/Cas9 sistemi için önemli bir araştırma alanıdır.

Genomun AAVS1 bölgesine yönelik gRNA, pSpCas9(BB)-2A-GFP plazmidine klonlandı. Negatif kontrol olarak ise pCAG-GFP plazmidi kullanılarak HEK293T hücre hattı TransIT-LT1 transfeksiyon ajanı ile transfekte edildi. Transfeksiyon sonrası hücresel lizatlar farklı zaman dilimlerinde toplandı. ATM ve DNA-PKc ekspresyonlarının zamana bağlı değişimleri ve bunların fosforilasyon zamanları western blot ile belirlendi.

Western blot analzilerine göre, ATM fosforilasyonu 18. saatte artmakta, aynı şekilde 18. Saatte ATM ekspresyonunda ise yine 18. saatte artış gözlenmekle beraber, bu proteinin aktivasyon fosforilasyonunun da bariz bir şekilde arttığı tespit edildi. 24. Saatte hala fosforile olan ATM'in 30 saat civarı fosforilasyonunun azaldığı, 48. Saatte yeniden fosforile olduğu gösterildi. Benzer şekilde, DNA-PKc proteininin de fosforilasyonunda 18 saat civarında artış gözlenmiş olup, DNA- PKc'nin maksimum fosforilasyonu 48. Saatte tespit edilmiştir. Dolayısıyla hem ATM'in hem de DNA-PKc'nin, 48. saatte fosforile olduğu belirlense de, her ikisinin aktivasyon fosforilasyonu 18 saat civarında başladığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CRISPR/Cas9, ATM, DNA-PKc, Fosforilasyon, SpCas9

TIMING OF ATM AND DNA-Pkc PHOSPHORYLATION FOLLOWING GENOME EDITING BY CRISPR/Cas9

ABSTRACT

CRISPR/Cas9 is a genome-editing system capable of generating highly precise DNA double-strand breaks and has revolutionized the field of genetic engineering. In this system, the Cas9 protein binds to a guide RNA (gRNA) and, if a PAM sequence is present immediately downstream of the target site, introduces a double-strand break through its HNH and RuvC endonuclease domains. However, prolonged intracellular persistence of Cas9 in eukaryotic cells may lead to the accumulation of off-target cleavages over time. Therefore, determining the activation timing of the DNA repair enzymes DNA-PKcs and ATM, which are key regulators of double-strand break repair, is an important research focus for optimizing CRISPR/Cas9 systems.

A gRNA targeting the AAVS1 locus was cloned into the pSpCas9(BB)-2A-GFP plasmid. As a negative control, HEK293T cells were transfected with the pCAG-GFP plasmid using the TransIT-LT1 transfection reagent. Following transfection, cellular lysates were collected at various time points. Temporal changes in ATM and DNA-PKcs expression and their phosphorylation dynamics were analyzed by western blotting.

According to the western blot results, ATM phosphorylation increased at 18 hours. At the same time point, ATM expression levels also rose, accompanied by a clear increase in its activation-associated phosphorylation. ATM remained phosphorylated at 24 hours; however, its phosphorylation decreased around 30 hours and then increased again at 48 hours. Similarly, an elevation in DNA-PKcs phosphorylation was observed around 18 hours, with maximal phosphorylation detected at 48 hours. Thus, although both ATM and DNA-PKcs showed prominent phosphorylation at 48 hours, the onset of their activation-related phosphorylation occurred at approximately 18 hours post-transfection.

Keywords: CRISPR/Cas9, ATM, DNA-PKc, Phosphorylation, SpCas9

ZONİSAMİD YÜKLÜ FORMÜLASYONLARIN *İN VİTRO* SALIM KİNETİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Emre Şefik ÇAĞLAR
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0003-2010-4918
Emine SALDAMLI
Istanbul Univesity, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, Fatih, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0405-5271
Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0002-3210-3747

ÖZET

Bu çalışmada, zonisamid etkin maddesini içeren bir nanolipit taşıyıcı sistemin ve saf zonisamid etkin maddesinin *in vitro* salım profilleri karşılaştırılmış, salım mekanizmaları kinetik modelleme ile belirlenmiş ve profiller arasındaki benzerlik modelden bağımsız istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Kinetik model analizi, iki formülasyonun tamamen farklı salım mekanizmalarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Nanolipit taşıyıcı sistem, Higuchi modeline en yüksek uyumu (R^2=0.984) göstermiş ve Korsmeyer-Peppas modelinde hesaplanan düşük yayılma üssü (n=0.29) ile birlikte değerlendirildiğinde, salımın **Fickian difüzyon kontrollü** bir mekanizma ile gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bu durum, ilacın lipid matris içinden kontrollü bir şekilde yayıldığını ve uzatılmış salım sağladığını göstermektedir.

Buna karşılık, saf etkin madde (E) en iyi şekilde Birinci Derece kinetik modeline (R^2=0.996) uymuştur. Ayrıca, Hixson-Crowell modelindeki yüksek uyum (R^2=0.992) ve yüksek hız sabiti (k_{HC}=0.128 $saat^{-1}$), salımın temel olarak **erime/çözünme kontrollü** bir mekanizma ile ilerlediğini ve çok daha hızlı gerçekleştiğini işaret etmektedir. Korsmeyer-Peppas modelindeki n değerinin (0.95) bire yakın olması, bu süreçte matriksin bozulması gibi ek mekanizmaların da (Anomalous transport) rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

İki salım profilinin benzerliğini niceliksel olarak değerlendiren f_1 (farklılık) ve f_2 (benzerlik) faktörleri, profiller arasında belirgin bir fark olduğunu doğrulamıştır. Hesaplanan $\boldsymbol{f_1}$**=76.08 (>15)** ve $\boldsymbol{f_2}$**=15.5 (<50)** değerleri, iki formülasyonun salım profillerinin farmasötik açıdan benzer kabul edilemeyeceğini istatistiksel olarak kanıtlamaktadır. Bu sonuç, formülasyon stratejisindeki (nanolipit taşıyıcıya kıyasla saf madde) değişikliğin, salım kinetiği üzerinde çarpıcı ve anlamlı bir etki yarattığını göstermektedir.

Sonuç olarak, zonisamidin nanolipit taşıyıcı sistem içinde formüle edilmesi, saf etkin maddeye kıyasla salım kinetiğini temelden değiştirerek, difüzyon kontrollü uzatılmış bir salım profili sağlamıştır. Elde edilen yüksek f_1 ve düşük f_2 değerleri, bu iki formülasyonun terapötik açıdan birbirinin yerine ikame edilemeyeceğini ve taşıyıcı sistemin salım modülasyonunda başarılı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *In vitro* salım, kinetik, modelleme, NLT

COMPARISON OF *IN VITRO* RELEASE KINETICS OF ZONISAMIDE-LOADED FORMULATIONS

ABSTRACT

In this study, the in vitro release profiles of a nanolipid carrier system containing the active substance zonisamide and the pure zonisamide active substance were compared, the release mechanisms were elucidated by kinetic modeling, and the similarity between the profiles was evaluated using model-independent statistical methods.

Kinetic model analysis revealed that the two formulations possess fundamentally different release mechanisms. The nanolipid carrier system exhibited the highest compliance with the Higuchi model (R^2 = 0.984), and when evaluated together with the low diffusion exponent calculated in the Korsmeyer–Peppas model (n = 0.29), it was concluded that the release proceeds via a Fickian diffusion-controlled mechanism. This finding indicates that the drug diffuses in a controlled manner from within the lipid matrix, thereby providing a sustained release profile.

In contrast, the pure active substance (E) was best described by the First-Order kinetic model (R^2 = 0.996). Furthermore, the high degree of fit in the Hixson–Crowell model (R^2 = 0.992) and the high rate constant (k_{HC} = 0.128 h^{-1}) suggest that the release is predominantly governed by a dissolution/erosion-controlled mechanism and occurs much more rapidly. The fact that the n value in the Korsmeyer–Peppas model (0.95) is close to unity further implies that additional mechanisms, such as matrix disintegration (anomalous transport), may also play a role in this process.

The f_1 (difference) and f_2 (similarity) factors, which quantitatively assess the similarity between the two release profiles, confirmed a pronounced difference between them. The calculated values of f_1=76.08 (>15) and f_2 = 15.5 (<50) statistically demonstrate that the release profiles of the two formulations cannot be considered pharmaceutically similar. This result indicates that the change in formulation strategy (pure drug versus nanolipid carrier system) has a striking and significant impact on the release kinetics.

In conclusion, formulating zonisamide within a nanolipid carrier system fundamentally alters its release kinetics compared with the pure active substance, yielding a diffusion-controlled sustained release profile. The high f_1 and low f_2 values obtained indicate that these two formulations cannot be considered therapeutically interchangeable and demonstrate that the carrier system is successful in modulating the drug release.

Keywords: In vitro release, kinetics, modeling, NLT

1. INTRODUCTION

Zonisamide is an oral antiepileptic agent used as monotherapy or adjunctive therapy in epileptic seizures (partial and generalized). Due to its very low solubility in water, it is available in capsule forms on the market. Zonisamide, which is available in capsule forms of 25mg and 100mg, is used in children with epilepsy at 8 mg/kg/day. Both its low solubility and the difficulty of dose adjustment limit its use in treatment. For this reason, different type of zonisamide loaded emulsion based formulations were developed and in vitro release results were compared by using mathemetical models and similarity parameters.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

Zonisamide was gifted by LIBA LABORATORIES A.Ş. PBS tablets were purchased from Sigma-Aldrich. Methanol was purchased from Isolab. All solvents were HPLC grade.

2.2. *In vitro* Release Studies

Zonisamide (API) and Zonisamide loaded formulation were placed in simulated gastric fluid (pH: 1.2) for 2 hours, then transferred into pH 4.5 solution for 4 hours and afterwards placed in simulated intestinal fluid for 6 hours (pH: 6.8). Release medium mixed at 150 rpm. At predetermined time, 0.5 ml sample was withdrawn from release medium and added 0.5 mL fresh medium to obtain sink condition.

2.3. Mathematical Models of *In vitro* Release Studies

The *in vitro* release characteristics were analyzed with various kinetic models [1]. By analyzing the *in vitro* dissolution behavior with the available mathematical models, it can be useful for predicting the possible in vivo performance of the mats. Herein, a computer-based kinetic software [2] was applied to decide which kinetic model is the most suitable for describing the release behavior. Various mathematical models as described below were correlated with the *in vitro* release data; the fitting of dissolution behavior and the mathematical models indicated by the supremacy of the coefficient of determination large value (r^2) [3].

2.4. Statistical Evaluation of *In vitro* Release Studies

An independent mathematical method by Moore and Flanner was employed for the statistical examination of *in vitro* release profiles of formulations. This straightforward model-independent method employs a difference factor (f_1) and a similarity factor (f_2) to evaluate the dissolution profiles. f_1 values up to 15 and f_2 values ranging from 50 to 100 signify that the release profiles are comparable [4]. Statistical analysis performed for intraformulation comparisons.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Zonisamide API itself and zonisamide loaded formulation were analyzed using Zero-Order, First-Order, Higuchi, Hixson-Crowell and Korsmeyer-Peppas mathematical models. After this evaluation, similarity studies were performed. Results can be seen at Table 1.

Table 1: Kinetic Model Analysis of In Vitro Release Data for API and Zonisamide Loaded Formulations (ZNF)

The table below presents the fit of in vitro release data from formulations ZNF and API to various kinetic models. The model with the highest coefficient of determination (R^2) value reflects the most appropriate release mechanism for the formulation.

Formulation	Kinetic Model	Kinetic Constant (k)	R^2 (Coefficient of Determination)	Interpretation / Release Mechanism
ZNF	Zero-Order	k_0 = 0.83 %/hour	0.942	Poor fit. Release is not constant over time.
	First-Order	k_1 = 0.085 $hour^{-1}$	0.971	Good fit. Release is concentration-dependent.
	Higuchi	k_H = 6.24	0.984	**Best fit.** Diffusion-controlled matrix release.
	Korsmeyer-Peppas	k = 0.833, n = 0.29	0.963	n < 0.45 → Fickian (Quasi-Fickian) Diffusion.
	Hixson-Crowell	k_{HC} = 0.015 $hour^{-1}$	0.958	Release controlled by particle erosion and surface area reduction.
API	Zero-Order	k_0 = 7.12 %/hour	0.865	Poor fit. Rapid initial release does not conform to this model.
	First-Order	k_1 = 0.658 $hour^{-1}$	**0.996**	**Best fit.** First-order kinetics (dissolution/erosion-controlled release).
	Higuchi	k_H = 45.0	0.950	Good fit, but lower than first-order.

Formulation	Kinetic Model	Kinetic Constant (k)	R^2 (Coefficient of Determination)	Interpretation / Release Mechanism
	Korsmeyer-Peppas	k = 0.717, n = 0.95	0.978	0.45 < n < 0.89 → Anomalous (Non-Fickian) Transport. n close to 1.
	Hixson-Crowell	k_{HC} = 0.128 $hour^{-1}$	0.992	High fit suggests erosion/surface area reduction-controlled release.

M_t: Percentage of drug released at time t (%), M_∞: Total percentage of drug released at infinite time (taken as ~22% for N and ~81% for E), k_0, k_1, k_H, k, k_{HC}: Kinetic constants for the respective models, n (Diffusion Exponent): Determines the release mechanism in the Korsmeyer-Peppas model, R^2: Indicates the goodness of fit of the model to the experimental data. The closer to 1, the better the model describes the data, Hixson-Crowell Model: Used to describe release from solid dosage forms where changes in particle surface area due to dissolution or erosion are the controlling factors. It is meaningful for formulations undergoing structural change where erosion-controlled release is significant.

For formulation ZNF, the most appropriate model is the Higuchi model (R^2=0.984). This indicates that the drug is released from the polymer matrix via a diffusion-controlled mechanism. The high fit to the Hixson-Crowell model (R^2=0.958) may suggest that changes in the formulation structure (e.g., polymer relaxation or erosion) occur during release. However, its slightly lower R^2 value compared to the Higuchi and First-Order models supports the primary mechanism being diffusion. The low 'n' value (0.29) in the Korsmeyer-Peppas model corroborates this finding (Fickian diffusion). For formulation API, the most appropriate model is the First-Order kinetic model (R^2=0.996). This suggests the release rate is proportional to the remaining drug concentration, likely controlled by polymer erosion or drug dissolution. The exceptionally high fit to the Hixson-Crowell model (R^2=0.992) is a strong indicator of an erosion/surface area reduction-controlled release mechanism for this formulation. The 'n' value (0.95) in the Korsmeyer-Peppas model, consistent with this, indicates Anomalous (Non-Fickian) transport, where mechanisms such as polymer chain relaxation or matrix degradation also play a role.

The f1 and f2 values calculated to assess the similarity between the two release profiles are summarized in Table 2.

Table 2: Similarity and Difference Factors for Formulations ZNF and API.

Comparison	f1 (Difference Factor)	f2 (Similarity Factor)	Interpretation
API (Reference) vs. ZNFN	76.08	15.5	**Profiles are not similar (f1 > 15, f2 < 50).**

The calculated values of f1=76.08 and f2=15.5 clearly indicate that the release profiles of formulations N and E are statistically dissimilar (acceptance criteria: f1 < 15, f2 > 50). This marked difference points to a significant divergence in the release mechanisms or polymer matrix structures of the two formulations. Similarly, it has been reported that a moxifloxacin-loaded poloxamer-based *in situ* gel formulation exhibited a different release profile compared to a standard solution, with an f2 value of 21 (Çağlar et al., 2025). This finding underscores that variations in formulation components (polymer type, concentration) can profoundly influence the drug release kinetics and, consequently, the therapeutic effect.

4. Conclusion

Zonisamide is an antiepileptic drug molecule which has higher LogP value and low aqueous solubility. Therefore, developing a new drug delivery system can alter in vitro release profiles of the drug molecule.

REFERENCES

1. Dash S, Murthy PN, Nath L, Chowdhury P. Kinetic modeling on drug release from controlled drug delivery systems. *Acta poloniae pharmaceutica*. 2010;67(3):217-223. doi:10.1016/S0928-0987(01)00095-1
2. Aksu B, Yurdasiper A, Ege MA, Okur NÜ, Yesim H. Development and comparative evaluation of extended release indomethacin capsules. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2013;7(30):2201-2209. doi:10.5897/AJPP2013.3600
3. Costa P, Sousa Lobo JM. Modeling and comparison of dissolution profiles. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2001;13(2):123-133. doi:10.1016/S0928-0987(01)00095-1
4. Abdelbary G. Ocular ciprofloxacin hydrochloride mucoadhesive chitosan-coated liposomes. *Pharm Dev Technol*. 2011;16(1):44-56. doi:10.3109/10837450903479988

OKÜLER UYGULANAN LİPİT BAZLI SİSTEMLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Emre Şefik ÇAĞLAR
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID:0000-0003-2010-4918
Amine ER
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Üsküdar, İstanbul
Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0002-3210-3747

ÖZET

Bu çalışma, Oküler uygulanan lipit bazlı sistemleri, bu lipit bazlı sistemlerin üretim yöntemlerini, oküler uygulama zorluklarını ve onların biyoyararlanım, stabilite ve etkinlik üzerine olan etkilerini detaylı bir şekilde incelenmesine odaklanmaktadır.

2015 -2025 Yılları arasındaki oküler uygulanan lipit bazlı sistemler, çeşitli göz hastalıklarında farklı lipit formülasyonları kullanılması dikkate alınarak PubMed, Elsevier, Web of Science, Google Scholar gibi arama motorları taranarak araştırıldı ve literatür değerlendirilmesi yapıldı. Bu çalışma kapsamında yapılan incelemeler, lipid bazlı sistemlerin oküler ilaç taşıyıcısı olarak önemli avantajlar sunduğunu göstermiştir. Lipitler, hem hidrofilik hem de hidrofobik bölgelere sahip yapıları sayesinde biyolojik ortamlarda etkin bir taşıyıcı görevi görmektedir. Erime noktaları, kristallik yapıları ve polimorfik özellikleri sayesinde, oküler uygulamalarda ilaç salımını kontrol altına alabilmektedirler. Gözdeki anatomik ve fizyolojik bariyerler, ilaçların hedef dokuya ulaşmasını zorlaştırmakta; bu nedenle geleneksel uygulama yolları çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Lipid nanopartikül temelli sistemler, invaziv olmayan yapılarıyla hem ilacın göz yüzeyinde daha uzun süre kalmasını sağlamakta hem de terapötik etkisini artırmaktadır. Ayrıca, bu sistemlerin lokal yan etkileri azaltarak hasta konforunu ve tedaviye uyumu artırır.

Elde edilen bulgular, lipid bazlı sistemlerin oküler ilaç uygulamalarında yüksek kapsülleme verimliliği, artırılmış kornea geçirgenliği ve kontrollü salım gibi avantajlar sunduğunu göstermektedir. Bu sistemler, biyoyararlanımı artırırken oküler toksisiteyi azaltmakta ve tedavi başarısını yükseltmektedir. Etkinliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için ileri klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Lipit bazlı sistemler, oküler, katı lipit nanopartikül, nanoyapılı lipit taşıyıcılar, lipozom, mikroemülsiyon

A GENERAL EVALUATION OF OCULARLY ADMINISTERED LIPID-BASED SYSTEMS

ABSTRACT

This study focuses on a detailed examination of ocularly administered lipid-based systems, their production methods, ocular application challenges, and their effects on bioavailability, stability, and efficacy.

Ocularly administered lipid-based systems between 2015 and 2025 were investigated using search engines such as PubMed, Elsevier, Web of Science, and Google Scholar, considering the use of different lipid formulations in various eye diseases, and a literature review was conducted.

The examinations carried out within the scope of this study have shown that lipid-based systems offer significant advantages as ocular drug carriers. Due to their structures containing both hydrophilic and hydrophobic regions, lipids serve as effective carriers in biological environments. Thanks to their melting points, crystalline structures, and polymorphic properties, they can control drug release in ocular applications. Anatomical and physiological barriers in the eye make it difficult for drugs to reach the target tissue; therefore, traditional administration routes are often insufficient. Lipid nanoparticle-based systems, with their non-invasive structures, both prolong the residence time of the drug on the ocular surface and enhance its therapeutic effect. Furthermore, these systems improve patient comfort and treatment adherence by reducing local side effects.

The findings indicate that lipid-based systems offer advantages in ocular drug applications, such as high encapsulation efficiency, enhanced corneal permeability, and controlled release. These systems increase bioavailability while reducing ocular toxicity and improving treatment success. Further clinical studies are needed to better understand their efficacy.

Keywords: Lipid-based systems, ocular, solid lipid nanoparticles, nanostructured lipid carriers, liposome, microemulsion

1. INTRODUCTION

The aim of this study was to examine the development, efficacy, and safety profile of lipid-based systems used in ocular applications between 2015 and 2025. The study aims to evaluate how lipid-based systems are used in ocular therapies and how these systems can overcome the challenges faced in drug delivery. At the same time, it is aimed to reveal the potential of these systems in clinical applications and innovative approaches in the existing literature. In this context, the advantages and disadvantages of lipid-based methods to improve the efficiency of ocular drug delivery systems will be examined in detail; In addition, the role of these systems

in treatment processes and their potential for future use will be emphasized. Treatment of ocular diseases involves great difficulties due to the special anatomical structure of the eye. The eye has many biological barriers so that drugs can reach effectively. Therefore, topical or systemic or injection administration of ocular drugs is often limited in efficacy. The bioavailability of drugs used in intraocular treatments can be low and undesirable side effects may often occur during treatment processes.

Lipid-based systems have emerged as a notable alternative in ocular treatments in recent years to overcome these challenges. Lipid-based delivery systems aim to improve bioavailability by enabling more effective delivery of drugs to the target site. The problematic of this study was to evaluate the efficacy and safety of lipid-based systems in ocular therapies in the light of studies conducted between 2015 and 2025 and to identify gaps in the existing literature. Investigating how effective and safe lipid-based systems are in the treatment of ocular diseases is an important step towards expanding and improving applications in this field.

The significance of this study lies in its aim to provide an up-to-date and comprehensive evaluation of the efficacy, safety, and clinical success of lipid-based systems used in ocular therapies. Ocular drug therapy plays a critical role in the treatment of eye diseases, and the effectiveness of the treatment methods used in this field directly affects patients' quality of life and the success of the treatment process.

Lipid-based systems stand out as a significant innovation in ocular drug delivery. These systems have the potential for drugs to overcome biological barriers in the eye, delivering targeted treatment and improving bioavailability in the treatment process. However, the effectiveness and safety profile of these technologies have not yet been thoroughly studied. Therefore, providing more information on the place, advantages, and limitations of ocular lipid-based systems in clinical practice will help address knowledge gaps in the field.

Ocular lipid-based systems have the potential to offer a less invasive and more effective treatment alternative compared to traditional drug delivery methods. This study could make a revolutionary contribution to the treatment of eye diseases by examining the effectiveness and future applications of these innovative treatment methods.

The safety profile of lipid-based systems is of great importance in determining the side effects that patients may encounter during the treatment process. This study may help make more informed and safe choices in clinical applications by revealing the safety risks of ocular lipid-based systems.

The potential of ocular lipid-based systems to enhance bioavailability and optimize treatment efficacy can lead to significant improvements in the treatment of eye diseases. This study may

contribute to the development of treatment processes by compiling research on the efficacy and bioavailability of lipid-based delivery systems.

This research is based on a qualitative research method. The literature review will take a systematic approach to compiling and analyzing the existing body of knowledge. This research is based on a qualitative research method. Articles obtained from the literature will be examined in a systematic manner and categorized according to their themes. Studies will be evaluated in terms of factors such as efficacy, safety, bioavailability, application areas and clinical success. The data obtained will be synthesized and an overview will be made on the role, potential advantages, and limitations of lipid-based systems in ocular therapies. The data to be used in the study will be obtained from existing literature sources such as academic articles, clinical trials, systematic reviews, and meta-analyses. This study aims to evaluate the efficacy, safety, and potential for future use of ocular lipid-based systems between 2015 and 2025. The findings will reveal the applicability and clinical success rates of lipid-based systems in the field of ocular therapy, and will provide important information about the future development and use of these systems.

2. SOLID LIPID NANOPARTICLES

Solid lipid nanoparticles (SLNs) have been studied as a potential drug delivery system since the 1990s. SLNs, which do not pose a risk of biotoxicity because they are produced from physiological lipids, offer significant advantages, especially in ocular drug delivery systems. They can improve the ocular bioavailability of both hydrophilic and lipophilic drugs by enhancing drug absorption through the cornea. Additionally, they are suitable for autoclave sterilization, a critical step in the preparation of ocular formulations, making them a reliable option[1]

Colloidal particles ranging in size from 10 to 1000 nm are referred to as nanoparticles. These particles consist of synthetic or natural polymers and are designed to improve drug delivery systems and reduce toxicity. SLNs have been developed as an alternative to liposomes as drug carriers. Thanks to their small size, large surface area, high drug loading capacity and interactions between phases at interfaces, they have the potential to increase the efficacy of pharmaceutical products. Solid lipid nanoparticles (SLNs) are aqueous colloidal dispersions whose matrix is composed of biodegradable solid lipids. SLNs offer advantages such as physical stability, preservation of sensitive drug ingredients, controlled release, and excellent biocompatibility[2] .

Table 1: Information on the Literature Review of Ocular Solid Lipid Nanoparticles Developed Between 2015 and 2025

İlaç	Kullanılan Yardımcı Madde	Uygulama Amacı	Referans
Metronidazol	Kitosan	Uzun süreli ilaç salımı	[3]
Klaritromisin	Stearik asit	Geçirgenliği artırma	[4]
Triamsinolon asetonid	Compritol	Biyoyarlanımı artırma	[5]
Ofloksasin	Kitosan polietilenglikol	Mukoadezyonu artırma	[6]
Etoposid	Kitosan	Kontrollü ilaç salımı	[7]
Loteprednol etabonat	Precirol	Gözde kalış süresini artırma	[8]
İndometasin	Kitosan	Mukoadezyonu artırma	[9]
Sunitib	Gliseril monostearat	Mukoadezyonu artırma	[10]
İtrakanozol	Stearik asit	Geçirgenliği artırma	[11]
Latanoprost	Polietilenglikol	Kontrollü ilaç salımı	[12]
Tobramisin	Srearik asit	Geçirgenliği artırma	[13]
Varikanazol	Lesitin	Kontrollü ilaç salımı	[14]
Varikanazol	Compritol Palmitik asit	Biyoyaralanımı artırma	[15]
Calendula özü	Stearik asit	Kapsülleme verimliliği	[16]
Varikanazol	Stearik asit	Kapsülleme verimliliği	[17]
Valasiklovir	Sterarik asit tristearin	Biyoyarlanımı artırma	[18]
Siprofloksasin hidroklorür	Didecildimetil-amanyumbomür	Antibakteriyel direnç	[19]

3. NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS

Nanosized drug delivery systems are next-generation drug delivery systems with particle sizes between 1-1000 nm. NLCs structurally consist of 3 components: oil phase, water phase and non-ionic surfactant [20]. The second generation NLC was modified based on the SLN to overcome some of its shortcomings. The main difference between SLNs and NLCs is their lipid composition. SLNs are prepared from solid lipids, while NLCs are modified by the addition of liquid lipids [21]. NLC was developed to overcome the constraints associated with SLNs, such as low active ingredient encapsulation efficiency due to their crystal structure and the tendency to release active ingredients during storage.

4. LIPOSOMES

Liposomes are defined as colloidal spherical structures formed by the spontaneous assembly of amphiphilic lipid molecules (e.g., phospholipids) in solution. Liposome membranes can consist of one or more lipid bilayers arranged around an inner aqueous core, with polar head groups oriented towards the inner and outer aqueous phases. This organizational structure provides liposomes with a unique ability to load and deliver molecules with varying solubilities[22]

5. MİKROEMÜLSİYON

Yağ, su ve yüzey aktif maddelerden oluşan sistem optik olarak şeffaf ve termodinamik olarak kararlı hale gelir ve bu sisteme mikroemülsiyon (μE) denir(Hou & Xu, 2016). Mikroemülsiyonların optik olarak şeffaf olması, mikro yapılarının genellikle 100 nm'nin altındaki boyutlarda olması gerektiğini gösterir. Bu kadar küçük boyutlar, arayüzey geriliminin (γ) son derece düşük olması sayesinde herhangi bir enerji girdisi olmadan büyük bir arayüzey alanının oluşmasına olanak tanır. Ultra düşük arayüzey geriliminde, yüzey-hacim oranını en aza indiren küresel şeklin sağladığı avantaj önemini yitirir ve birçok mikroemülsiyon sisteminde, yağ veya su fazları küresel olmayan farklı şekillerde düzenlenir. "Mikroemülsiyon" terimi yanıltıcı olabilir çünkü bu yapılar aslında nano boyuttadır ve genellikle damlacık şeklinde oluşmazlar[24].

6. NANOEMULSION

Terminoloji karmaşıklığını daha da artırmak gerekirse, günümüzde yaklaşık 200 nm boyutunda damlacıklardan oluşan ve termodinamik olarak kararsız olan emülsiyonlara "nanoemülsiyon" denmektedir [24].

7. CONCLUSION

In this study, we evaluated the ocular use of lipid-based systems with a broad perspective. In the study, solid lipid nanoparticles, nanostructured lipid carriers, liposomes, microemulsions, nanoemulsions applied to the ocular were discussed and their advantages and disadvantages were emphasized.

Ocular lipid-based formulations have become one of the promising drug delivery systems in recent years to improve the therapeutic outcomes of ocular diseases due to their controlled drug release, sustained drug release, increase in corneal permeability, increase in bioavailability, and increase in permeability and mucoadhesion. Lipid-based cystethemas, which are prepared by different methods using various lipidizing agents, are being developed to overcome the challenges of treating ocular diseases. Thanks to their size, these systems can pass through the layers of the cornea and hold on to the cornea for a longer period of time, which can eliminate the difficulties of administering medication to the eye. According to data obtained from many clinical studies, lipid-based systems have shown that they both reduce side effects and increase treatment potential by carrying drugs to the eye more effectively.

As a result, lipid-based systems have an important place among modern drug delivery systems. The development and optimization of these systems are of great importance, especially in the treatment of ocular diseases. Furthermore, lipid-based systems have the potential to improve

the comfort of life by increasing patients' adherence to treatment. However, in order for these systems to be used more in clinical applications, wider clinical tests are required as well as structural and formulation improvements.

REFERENCES

[1] R.M. Farid, N.S. El-Salamouni, A.H. El-Kamel, S.S. El-Gamal, Lipid-based nanocarriers for ocular drug delivery, in: Nanostructures for Drug Delivery, Elsevier, 2017: pp. 495–522. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46143-6.00016-6.
[2] Nilesh S. Zarekar, solıd lıpıd nanopartıcles , (2017).
[3] S.S. Sikhondze, P.A. Makoni, R.B. Walker, S.M.M. Khamanga, Chitosan-Coated SLN: A Potential System for Ocular Delivery of Metronidazole, Pharmaceutics 15 (2023) 1855. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071855.
[4] A. Nair, J. Shah, B. Al-Dhubiab, S. Jacob, S. Patel, K. Venugopala, M. Morsy, S. Gupta, M. Attimarad, N. Sreeharsha, P. Shinu, Clarithromycin Solid Lipid Nanoparticles for Topical Ocular Therapy: Optimization, Evaluation and In Vivo Studies, Pharmaceutics 13 (2021) 523. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13040523.
[5] A. Tatke, N. Dudhipala, K.Y. Janga, S.P. Balguri, B. Avula, M.M. Jablonski, S. Majumdar, In Situ Gel of Triamcinolone Acetonide-Loaded Solid Lipid Nanoparticles for Improved Topical Ocular Delivery: Tear Kinetics and Ocular Disposition Studies, Nanomaterials 9 (2018) 33. https://doi.org/10.3390/nano9010033.
[6] H.M. Eid, M.H. Elkomy, S.F. El Menshawe, H.F. Salem, Development, Optimization, and In Vitro/In Vivo Characterization of Enhanced Lipid Nanoparticles for Ocular Delivery of Ofloxacin: the Influence of Pegylation and Chitosan Coating, AAPS PharmSciTech 20 (2019) 183. https://doi.org/10.1208/s12249-019-1371-6.
[7] I. Ahmad, J. Pandit, Y. Sultana, A.K. Mishra, P.P. Hazari, Mohd. Aqil, Optimization by design of etoposide loaded solid lipid nanoparticles for ocular delivery: Characterization, pharmacokinetic and deposition study, Materials Science and Engineering: C 100 (2019) 959–970. https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.03.060.
[8] B. Uner, S. Ozdemir, C. Tas, M. Uner, Y. Ozsoy, Loteprednol-Loaded Nanoformulations for Corneal Delivery by Quality-by-Design Concepts: Optimization, Characterization, and Anti-inflammatory Activity, AAPS PharmSciTech 24 (2023) 92. https://doi.org/10.1208/s12249-023-02551-6.
[9] S.P. Balguri, G.R. Adelli, S. Majumdar, Topical ophthalmic lipid nanoparticle formulations (SLN, NLC) of indomethacin for delivery to the posterior segment ocular tissues, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 109 (2016) 224–235. https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2016.10.015.
[10] L. Gomes Souza, A. Antonio Sousa-Junior, B. Alves Santana Cintra, J.L. Vieira dos Anjos, T. Leite Nascimento, L. Palmerston Mendes, M. de Souza Vieira, R. do Nascimento Ducas, M. Campos Valadares, S. Antônio Mendanha, E. Martins Lima, Pre-clinical safety of topically administered sunitinib-loaded lipid and polymeric nanocarriers targeting corneal neovascularization, Int J Pharm 635 (2023) 122682. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.122682.
[11] B. Mohanty, D.K. Majumdar, S.K. Mishra, A.K. Panda, S. Patnaik, Development and characterization of itraconazole-loaded solid lipid nanoparticles for ocular delivery, Pharm Dev Technol 20 (2015) 458–464. https://doi.org/10.3109/10837450.2014.882935.
[12] H. Dang, C. Dong, L. Zhang, Sustained latanoprost release from PEGylated solid lipid nanoparticle-laden soft contact lens to treat glaucoma, Pharm Dev Technol 27 (2022) 127–133. https://doi.org/10.1080/10837450.2021.1999471.
[13] P. Chetoni, S. Burgalassi, D. Monti, S. Tampucci, V. Tullio, A.M. Cuffini, E. Muntoni, R. Spagnolo, G.P. Zara, R. Cavalli, Solid lipid nanoparticles as promising tool for intraocular tobramycin delivery: Pharmacokinetic studies on rabbits, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 109 (2016) 214–223. https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2016.10.006.

[14] D. Pandurangan, P. Bodagala, V. Palanirajan, S. Govindaraj, Formulation and evaluation of voriconazole ophthalmic solid lipid nanoparticles in situ gel, Int J Pharm Investig 6 (2016) 56. https://doi.org/10.4103/2230-973X.176488.
[15] R. Kumar, V.R. Sinha, Solid lipid nanoparticle: an efficient carrier for improved ocular permeation of voriconazole, Drug Dev Ind Pharm 42 (2016) 1956–1967. https://doi.org/10.1080/03639045.2016.1185437.
[16] L. Arana, C. Salado, S. Vega, O. Aizpurua-Olaizola, I. de la Arada, T. Suarez, A. Usobiaga, J.L.R. Arrondo, A. Alonso, F.M. Goñi, I. Alkorta, Solid lipid nanoparticles for delivery of Calendula officinalis extract, Colloids Surf B Biointerfaces 135 (2015) 18–26. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2015.07.020.
[17] A. Khare, I. Singh, P. Pawar, K. Grover, Design and Evaluation of Voriconazole Loaded Solid Lipid Nanoparticles for Ophthalmic Application, J Drug Deliv 2016 (2016) 1–11. https://doi.org/10.1155/2016/6590361.
[18] R. Kumar, V.R. Sinha, Lipid Nanocarrier: an Efficient Approach Towards Ocular Delivery of Hydrophilic Drug (Valacyclovir), AAPS PharmSciTech 18 (2017) 884–894. https://doi.org/10.1208/s12249-016-0575-2.
[19] R. Pignatello, A. Leonardi, V. Fuochi, G. Petronio Petronio, A.S. Greco, P.M. Furneri, A Method for Efficient Loading of Ciprofloxacin Hydrochloride in Cationic Solid Lipid Nanoparticles: Formulation and Microbiological Evaluation, Nanomaterials 8 (2018) 304. https://doi.org/10.3390/nano8050304.
[20] H. DEMİRTAŞ, C. SENGEL-TURK, YENİ NESİL LİPİT BAZLI İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLER: LİPİT NANOKAPSÜLLER, Ankara Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi (2022) 239–261. https://doi.org/10.33483/jfpau.1006409.
[21] H.A. Fathi, A. Allam, M. Elsabahy, G. Fetih, M. El-Badry, Nanostructured lipid carriers for improved oral delivery and prolonged antihyperlipidemic effect of simvastatin, Colloids Surf B Biointerfaces 162 (2018) 236–245. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2017.11.064.
[22] R. Nisini, N. Poerio, S. Mariotti, F. De Santis, M. Fraziano, The Multirole of Liposomes in Therapy and Prevention of Infectious Diseases, Front Immunol 9 (2018). https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00155.
[23] W. Hou, J. Xu, Surfactant-free microemulsions, Curr Opin Colloid Interface Sci 25 (2016) 67–74. https://doi.org/10.1016/j.cocis.2016.06.013.
[24] G. Tartaro, H. Mateos, D. Schirone, R. Angelico, G. Palazzo, Microemulsion Microstructure(s): A Tutorial Review, Nanomaterials 10 (2020) 1657. https://doi.org/10.3390/nano10091657.

İLAÇ ADAYLARI OLARAK SİYANOBİFENİL TÜREVİ SCHIFF BAZLARININ MOLEKÜLER YERLEŞTİRME VE FARMAKOKİNETİK DEĞERLENDİRMESİ

Suzan ŞAHİN DOĞAN
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology, Karaman, Türkiye
ORCID: 0000-0002-1554-0080
Duygu AYDIN
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Departman of Chemistry, Karaman, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0436-1869

ÖZET

Schiff bazları, bir aldehit veya ketonun birincil amin ile yoğunlaşmasıyla üretilir ve bu da bir imin (C=N) fonksiyonel grubunun oluşumuna neden olmaktadır. Bu karakteristik imin grubu sayesinde, Schiff bazları antimikrobiyal, antikanser ve antienflamatuar etkiler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik aktiviteler sergilerler. Bu özellikleri, onları ilaç geliştirme için umut verici adaylar haline getirmektedir. Bu nedenle, siyanobifenil türevi Schiff baz bileşiği, antimikrobiyal ilaç adayı olarak potansiyelini araştırmak için GyrB'ye karşı farmakokinetik analiz ve moleküler kenetlenme çalışmaları ile değerlendirilmiştir. ADMET analizine göre, bir Lipinski kuralı ihlali (MW > 500) olmasına rağmen, bileşik Lipinski kriterlerine oldukça iyi uyum sağlamış ve orta derecede biyoyararlanım göstermiştir. Yüksek LogP değeri, membran geçirgenliği açısından bir avantaj sağlasa da, çözünürlüğün düşük olmasına neden olmuştur. Ayrıca, siyanobifenil türevi Schiff baz bileşiği, CYP enzimleri üzerinde inhibe edici etki göstermemiştir ve bu nedenle potansiyel ilaç-ilaç etkileşimleri düşük olarak değerlendirilmiştir. Moleküler kenetlenme sonuçları, ligandın GyrB'ye −6,95 kcal/mol bağlanma enerjisi ile güçlü bir bağlanma afinitesi sergilediğini göstermiştir. Glu52 ve Arg75 ile oluşan hidrojen bağları, siyanobifenil bazlı Schiff bazının reseptör proteinine stabil bir şekilde bağlanmasına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Genel olarak, molekül in silico analizine göre farmasötik potansiyel sergilemekle birlikte formülasyon ve biyoyararlanım açısından bazı optimizasyonlara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Siyanobifenil bazlı Schiff baz, Moleküler kenetlenme, ADME, Antimikrobiyal ajan, GyrB

MOLECULAR DOCKING AND PHARMACOKINETIC EVALUATION OF CYANOBIPHENYL-DERIVED SCHIFF BASES AS DRUG CANDIDATES

ABSTRACT

Schiff bases are produced through the condensation of an aldehyde or ketone with a primary amine, resulting in the formation of an imine (C=N) functional group. Owing to this characteristic imine group, Schiff bases display diverse biological activities, including antimicrobial, anticancer, and anti-inflammatory effects. These properties make them promising candidates for drug development. Thus, the cyanobiphenyl-derived Schiff base compound was assessed through pharmacokinetic analysis and molecular docking studies against the GyrB to explore its potential as an antimicrobial drug candidate. Based on the ADMET analysis, despite one Lipinski rule violation (MW > 500), the compound still aligned reasonably well with Lipinski criteria and showed moderate bioavailability. Although a high LogP value offered an advantage in terms of membrane permeability, it resulted in poor solubility. Also, the cyanobiphenyl-derived Schiff base compound did not demonstrate inhibitory effects on CYP enzymes, and thus potential drug-drug interactions were considered low. Molecular docking results showed that, the ligand exhibited a strong binding affinity with a binding energy of −6.95 kcal/mol to GyrB. Hydrogen bonds formed with Glu52 and Arg75 significantly contributed to the stable binding of the cyanobiphenyl-based Schiff base to the receptor protein. General, the molecule exhibited pharmaceutical potential based on in silico analysis, but some optimization is needed in terms of formulation and bioavailability.

Keywords: Cyanobiphenyl-based Schiff base, Molecular docking, ADME, Antimicrobial agent, GyrB

INTRODUCTION

Advances in computational power and the expanding accessibility of extensive structural datasets have markedly enhanced molecular modelling approaches. Simultaneously, these methodological improvements have substantially shortened the time and lowered the resources required for hit identification, hit-to-lead development, and lead optimization in drug discovery (Naithani & Guleria, 2024). Molecular docking is a computational method used to model how ligands interact with specific receptor sites, providing valuable information about their binding capabilities and potential interaction patterns to support drug-design efforts. In this process, ligand is positioned within the binding pocket of a target protein whether it is the active site or another relevant interaction region and the quality of this fit is evaluated through a numerical scoring function that reflects the predicted binding affinity (Agoni et al., 2025). The development of resistance to drugs used against bacterial pathogens is emerging as a serious

global health problem due to the spread of microbial infections both in the community and in hospitals, and unfortunately, it remains a major cause of morbidity and mortality worldwide (Horchani et al., 2022). Schiff bases are produced through the condensation of an aldehyde or ketone with a primary amine, resulting in the formation of an imine (C=N) functional group. Owing to this characteristic imine group, Schiff bases display diverse biological activities, including antimicrobial, anticancer, and anti-inflammatory effects, chemotherapy-resistant cases, and malarial infections (Dogan et al., 2025; Kaushik et al., 2023; Sahin Dogan et al., 2025). These properties make them favorable candidates for drug development. Thus, in this study, the antimicrobial inhibitory potential of the compound cyanobiphenyl-based Schiff base on the DNA Gyrase B ATP binding domain of *Pseudomonas aeruginosa* (GyrB) was investigated. Using molecular docking and ADME (Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion) in silico techniques, interaction models and binding energies with GyrB were predicted, and the potential bioavailability and drug potential were revealed.

MATERIALS AND METHODS

To assess the drug-likeness and bioactivity of the cyanobiphenyl-based Schiff base (3′,3‴,3⁗⁗-(((nitrilotris(ethane-2,1-diyl))tris(azanylylidene))tris(methan-ylylidene))tris(4-hydroxy-4′ biphenylcarbonitrile) (L)) (Alici, 2016), its ADME (absorption, distribution, metabolism, and excretion) properties were analyzed using ADMET tools based on its SMILES structures (Fu et al., 2024). The cyanobiphenyl-based Schiff base was energy-minimized using PyRX and converted into PDB format. The target protein structure (6M1S) (Hu et al., 2020) was retrieved from the PDB database, and after removing water molecules and co-crystallized ligands, it was saved in PDB format for docking studies. Docking simulations were performed using AutoDock Tools 1.5.7, which provided predicted binding poses. Docking log files (dlg) were examined to identify the ligand conformations with the lowest binding free energies. These optimal conformations were then visualized using AutoDock Tools 1.5.7 and Discovery Studio (Biovia, 2024; Morris et al., 2009). For validation, the co-crystallized inhibitor of GyrB was re-docked into the cyanobiphenyl-based Schiff base GyrB complex.

RESULTS AND DISCUSSION

The cyanobiphenyl-derived Schiff base compound was assessed through pharmacokinetic analysis and molecular docking studies against the GyrB to explore its potential as an antimicrobial drug candidate. Despite 1 violation (MW > 500) for Lipinski rule, it appears to comply with the Lipinski rule and has moderate bioavailability. Although a high LogP value provides an advantage in terms of membrane permeability, it has a negative effect on solubility. It does not exhibit inhibitory effects on CYP enzymes, and thus potential drug-drug interactions

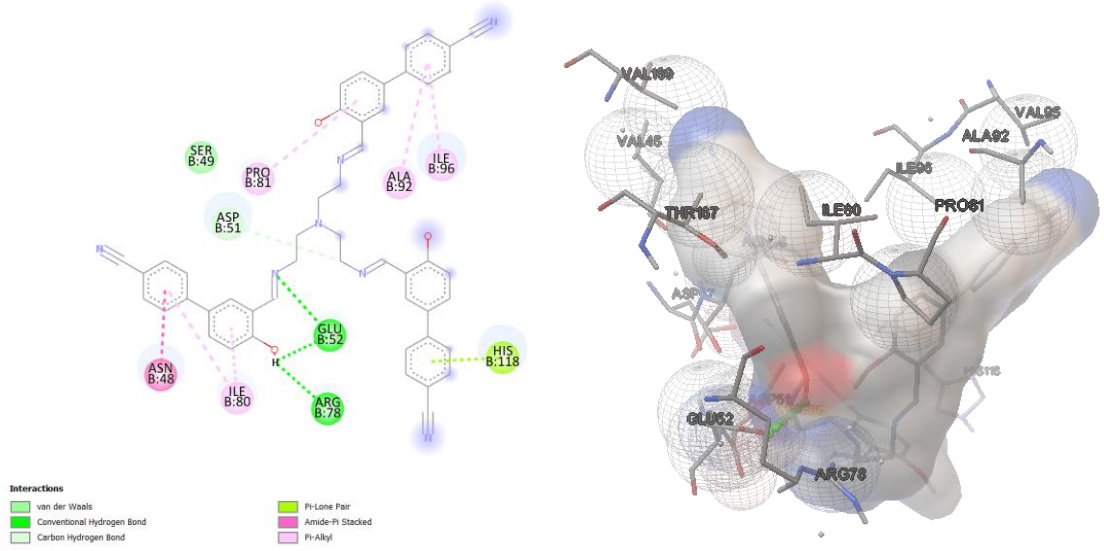
are considered low. Overall, the molecule has pharmaceutical potential, but further optimization is required in terms of formulation and bioavailability (Table 1).

Table 1. Physicochemical and pharmacokinetic properties of the cyanobiphenyl-based Schiff base

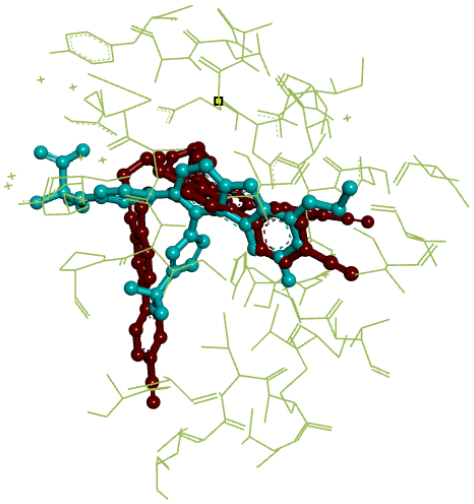
Physicochemical Properties	
Formula	C48H39N7O3
Molecular weight	761.87 g/mol
Num. heavy atoms	58
Num. arom. heavy atoms	36
Fraction Csp3	0.12
Num. rotatable bonds	15
Num. H-bond acceptors	10
Num. H-bond donors	3
Molar Refractivity	229.31
TPSA	172.38 Å²
Pharmacokinetics	
GI absorption	Low
BBB permeant	No
P-gp substrate	No
CYP1A2 inhibitor	No
CYP2C19 inhibitor	No
CYP2C9 inhibitor	No
CYP2D6 inhibitor	No
CYP3A4 inhibitor	No
Log Kp (skin permeation)	-5.94 cm/s
Druglikeness	
Lipinski	Yes; 1 violation: MW>500
Ghose	No; 4 violations: MW>480, WLOGP>5.6, MR>130
Veber	No; 2 violations: Rotors>10, TPSA>140
Egan	No; 2 violations: WLOGP>5.88, TPSA>131.6
Muegge	No; 3 violations: MW>600, XLOGP3>5, TPSA>150
Bioavailability Score	0.55
Lipophilicity	
Log Po/w (iLOGP)	5.64
Log Po/w (XLOGP3)	7.05
Log Po/w (WLOGP)	8.38
Log Po/w (MLOGP)	2.11
Log Po/w (SILICOS-IT)	10.85
Consensus Log Po/w	6.81
Water Solubility	
Log S (ESOL)	-8.47
Solubility	2.56e-06 mg/ml ; 3.35e-09 mol/l
Class	Poorly soluble
Log S (Ali)	-10.49

Solubility	2.48e-08 mg/ml ; 3.26e-11 mol/l
Class	Insoluble
Log S (SILICOS-IT)	-15.02
Solubility	7.24e-13 mg/ml ; 9.51e-16 mol/l
Class	Insoluble
Medicinal Chemistry	
PAINS	0 alert
Brenk	1 alert: imine_1
Leadlikeness	No; 3 violations: MW>350, Rotors>7, XLOGP3>3.5
Synthetic accessibility	5.2

Molecular docking results showed that, the ligand exhibited a strong binding affinity with a binding energy of −6.95 kcal/mol to the target protein. Hydrogen bonds formed with Glu52 and Arg75 significantly contributed to the stable binding of the cyanobiphenyl-based Schiff base molecule to the protein. Additionally, hydrophobic interactions between Pro81, Ala92, Ile96, and His118 and the cyanobiphenyl-based Schiff base contributed to the stabilization of the protein-ligand complex (Figure 1a and b). Furthermore, the ligand's alignment near the co-crystallized inhibitor binding site of GyrB supports its potential inhibitory activity, reinforcing its ability to function as an antimicrobial agent (Figure 1c).



a **b**



c

Figure 1. Docking pose of the cyanobiphenyl-based Schiff base in the active site of the GyrB **a.** 2D binding model of cyanobiphenyl-based Schiff base **b.** 3D diagram of cyanobiphenyl-based Schiff base-GyrB interaction **c.** Binding pocket of the GyrB exhibiting reference molecule in blue and the docked cyanobiphenyl-based Schiff base in red.

CONCLUSION

In conclusion, the cyanobiphenyl-based Schiff base showed limited compatibility with classical drug similarity criteria due to its high molecular weight, wide TPSA value, and very low solubility. However, the absence of inhibitory effects on CYP enzymes, moderate log P value, and lack of PAINS alerts were positive factors in terms of safety. Overall, the molecule had pharmaceutical potential, but some optimization is needed in terms of formulation and bioavailability. Also, the cyanobiphenyl-based Schiff base exhibited a strong binding affinity toward the GryB. These outcomes may provide a basis for further experiments and optimization of the cyanobiphenyl-based Schiff base as an antimicrobial candidate.

REFERENCES

Agoni, C., Fernández-Díaz, R., Timmons, P. B., Adelfio, A., Gómez, H., & Shields, D. C. (2025). Molecular Modelling in Bioactive Peptide Discovery and Characterisation. *Biomolecules*, *15*(4), 524. https://doi.org/10.3390/biom15040524

Alici, O. (2016). A novel tripodal colorimetric and fluorescence “turn on” chemosensor for AcO − and F − anions in CH 3 CN. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *167*, 78–83. https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.05.031

Biovia, D. S. (2024). Discovery studio visualizer (v24.1.0.23298). *BIOVIA, Dassult Systèmes*.

Dogan, S. S., Aydin, D., Emsen, B., & Surmen, B. (2025). The assessment of antimicrobial and antibiofilm activities, molecular docking studies, and the photodegradation of methylene blue by green-fabricated ZnO nanoparticles using the plant extract of Helichrysum noeanum boiss. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *69*, 103755. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2025.103755

Fu, L., Shi, S., Yi, J., Wang, N., He, Y., Wu, Z., Peng, J., Deng, Y., Wang, W., Wu, C., Lyu, A., Zeng,

X., Zhao, W., Hou, T., & Cao, D. (2024). ADMETlab 3.0: an updated comprehensive online ADMET prediction platform enhanced with broader coverage, improved performance, API functionality and decision support. *Nucleic Acids Research*, *52*(W1), W422–W431. https://doi.org/10.1093/nar/gkae236

Horchani, M., Edziri, H., Harrath, A. H., Jannet, H. Ben, & Romdhane, A. (2022). Access to new Schiff bases tethered with pyrazolopyrimidinone as antibacterial agents: Design and synthesis, molecular docking and DFT analysis. *Journal of Molecular Structure*, *1248*, 131523. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131523

Hu, Y., Shi, H., Zhou, M., Ren, Q., Zhu, W., Zhang, W., Zhang, Z., Zhou, C., Liu, Y., Ding, X., Shen, H. C., Yan, S. F., Dey, F., Wu, W., Zhai, G., Zhou, Z., Xu, Z., Ji, Y., Lv, H., … Tan, X. (2020). Discovery of Pyrido[2,3- *b*]indole Derivatives with Gram-Negative Activity Targeting Both DNA Gyrase and Topoisomerase IV. *Journal of Medicinal Chemistry*, *63*(17), 9623–9649. https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.0c00768

Kaushik, S., Paliwal, S. K., Iyer, M. R., & Patil, V. M. (2023). Promising Schiff bases in antiviral drug design and discovery. *Medicinal Chemistry Research*, *32*(6), 1063–1076. https://doi.org/10.1007/s00044-023-03068-0

Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009). AutoDock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry*, *30*(16), 2785–2791. https://doi.org/10.1002/jcc.21256

Naithani, U., & Guleria, V. (2024). Integrative computational approaches for discovery and evaluation of lead compound for drug design. *Frontiers in Drug Discovery*, *4*. https://doi.org/10.3389/fddsv.2024.1362456

Sahin Dogan, S., Cicek, M., Aydin, D., & Kocabas, A. (2025). Evaluation of the therapeutic potential of a Schiff Base Compound: Pharmacokinetic profiling, molecular docking for Enoyl-Acyl carrier protein reductase (InhA), antimicrobial, and anticancer properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, *311*, 143677. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.143677

SPECTROSCOPIC AND ENZYMATIC ANALYSIS OF ICARITIN–BIOMACROMOLECULE INTERACTIONS

Mediha KARA
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Bioengineering and Sciences, Institute of Natural and Applied Sciences
ORCID: 0009-0004-3110-7078
Derya KILIÇASLAN
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Afsin Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies
ORCID: 0000-0001-7830 8214

ÖZET

Epimedium türlerinden izole edilen prenillenmiş bir flavonoid olan icaritin, geniş farmakolojik etkileri nedeniyle son yıllarda dikkat çekmektedir. Antikanser ilaç tasarımında yapısal modifikasyonlar, bileşiklerin DNA'ya bağlanma afinitesi ve hücresel süreçlerde rol alan enzimlere karşı inhibitör aktivitelerinin belirlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır. Bu çalışmada icaritinin iki temel biyolojik hedef olan DNA ve kolinesteraz enzimleri (AChE ve BChE) ile etkileşim mekanizmaları araştırılmış; dsDNA (çift sarmal, balık sperm DNA)'ya bağlanma özellikleri UV-görünür bölge ve floresan spektroskopisi ile, enzim inhibisyon potansiyeli ise Ellman yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İcaritin–dsDNA etkileşimlerine yönelik spektroskopik analizler, bileşiğin dsDNA'ya 10^4 M^{-1} mertebesinde bağlanma sabitiyle bağlandığını ortaya koymuştur. Floresan yer değiştirme deneylerinde icaritin, etidyum bromür ve Rhodamin B boyaları ile rekabetçi bağlanma göstermiş; bu bulgular icaritinin dsDNA'nın minör oluğuna bağlandığını desteklemiştir. Enzim inhibisyon çalışmalarında ise icaritin, kolinesteraz enzimleri üzerinde gösterdiği inhibitör etkiler bakımından klinikte yaygın kullanılan güçlü bir kolinesteraz inhibitörü olan donepezil ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Referans madde donepezil ile yapılan karşılaştırmalar, icaritinin hem BChE hem de AChE üzerinde daha yüksek inhibitör aktivite sergilediğini göstermiştir. Sonuçlar, icaritinin kolinesteraz inhibisyonundaki güçlü etkisini ortaya koyarak, nöroaktif ve antikanser özelliklerinin birlikte değerlendirilebileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: İcaritin, DNA-bağlanma çalışmaları, spektroskopik yöntemler, enzim inhibisyonu.

* Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

**Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Proje Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje numarası: 2025/1-2 YLS).

SPECTROSCOPIC AND ENZYMATIC ANALYSIS OF ICARITIN–BIOMACROMOLECULE INTERACTIONS

ABSTRACT

Icaritin, a prenylated flavonoid isolated from *Epimedium* species, has attracted attention in recent years due to its wide range of pharmacological effects. Structural modifications in anticancer drug design are critically important for determining the binding affinity of compounds to DNA and their inhibitory activity against enzymes involved in cellular processes. In this study, the interaction mechanisms of icaritin with its two main biological targets, DNA and cholinesterase enzymes (AChE and BChE), were investigated. Its binding properties to dsDNA (double-stranded, fish sperm DNA) were evaluated using UV-visible and fluorescence spectroscopy, while its enzyme inhibition potential was assessed using the Ellman method. Spectroscopic analyses of the interactions between icaritin and dsDNA have revealed that the compound binds to dsDNA with a binding constant of 10^4 M^{-1}. In fluorescent displacement experiments, icaritin showed competitive binding with ethidium bromide and Rhodamine B dyes; these findings support the binding of icaritin to the minor groove of dsDNA. In enzyme inhibition studies, icaritin was evaluated in comparison with donepezil, a potent cholinesterase inhibitor widely used in clinical practice, in terms of its inhibitory effects on cholinesterase enzymes. Comparisons with the reference substance donepezil have shown that icaritin exhibits higher inhibitory activity on both BChE and AChE. The results demonstrate the potent effect of icaritin on cholinesterase inhibition, suggesting that its neuroactive and anticancer properties can be evaluated together.

Keywords: Icaritin, DNA-binding studies, spectroscopic methods, enzyme inhition.

* This work has been produced from the master's thesis of the first author.

** This study was supported by the Project Coordination Unit of Kahramanmaras Sutcu Imam University (Project number: 2025/1-2 YLS).

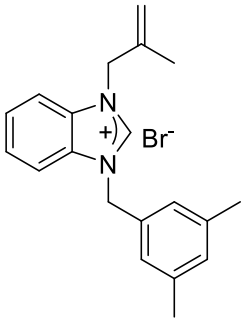
1-METALLİL-3-(3,5-DİMETİLBENZİL)BENZİMİDAZOLYUM BROMÜR'ÜN SENTEZİ VE NMR SPEKTROSKOPİSİ İLE YAPISAL KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Science Education, 58040, Sivas
ORCID: 0000-0003-1498-4170
Prof. Dr. Elvan ÜSTÜN
Ordu University, Faculty of Art and Science, Department of Chemistry, 52200 Ordu
ORCID: 0000-0002-0587-7261

ÖZET

N-Heterosiklik karbenler (NHC'ler), heterosiklik bir yapı içinde en az bir azot atomuna doğrudan bağlı iki değerlikli bir karbon merkezi ile karakterize edilen önemli bir singlet karben sınıfını oluşturur. Koordinasyon kimyasında en etkili ligand ailelerinden biri olarak yaygın olarak kabul edilirler; bu durum büyük ölçüde yüksek sterik talepleri ve belirgin σ-donör kuvvetleri nedeniyledir. Bu özelliklerine ek olarak, NHC'ler hava ve neme karşı olağanüstü bir stabilite sergiler ve bu da pratik kullanımlarını daha da artırır. N-heterosiklik karbenler (NHC'ler), neredeyse tüm geçiş metallerini bağlamak için kullanılır ve çeşitli baş gruplar ve lantanit metalleriyle kompleksler oluşturdukları gösterilmiştir. Geçiş metalleriyle koordine edildiklerinde, NHC'ler genellikle geniş bir reaksiyon koşulları yelpazesine dayanabilen sağlam ve kalıcı metal-karben bağları oluşturur. Bu avantajlı özelliklerin birleşimi sayesinde, NHC-metal kompleksleri, özellikle homojen kataliz ve tıbbi kimya olmak üzere çeşitli alanlarda yaygın olarak uygulanmıştır.

Bu çalışmada, 1-metallil-3-(3,5-dimetilbenzil)benzimidazolyum'un bromür tuzu başarıyla hazırlanmış ve yapısı ^{1}H ve $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spektroskopisi kullanılarak karakterize edilmiştir.



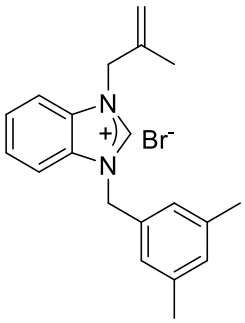
Anahtar Kelimeler: N-Heterosiklik karben, metallil, NMR.

SYNTHESIS OF 1-METHALLYL-3-(3,5-DIMETHYLBENZYL)BENZIMIDAZOLIUM BROMIDE AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION BY NMR SPECTROSCOPY

ABSTRACT

N-Heterocyclic carbenes (NHCs) constitute a prominent class of singlet carbenes characterized by a divalent carbon center directly bonded to at least one nitrogen atom within a heterocyclic framework. They are widely recognized as one of the most influential ligand families in coordination chemistry, largely due to their substantial steric demand and pronounced σ-donor strength. In addition to these features, NHCs exhibit remarkable stability toward air and moisture, further enhancing their practical utility. N-heterocyclic carbenes (NHCs) are used to bind nearly all transition metals and have been shown to form complexes with a variety of headgroups and lanthanide metals. When coordinated to transition metals, NHCs typically form robust and persistent metal-carbene bonds capable of enduring a broad spectrum of reaction conditions. Due to this combination of advantageous properties, NHC-metal complexes have been extensively applied across diverse areas, particularly in homogeneous catalysis and medicinal chemistry.

In this work, the bromide salt of 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium was successfully prepared, and its structure was characterized using ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectroscopy.



Keywords: N-Heterocyclic carbene, methallyl, NMR.

1. INTRODUCTION

N-Heterocyclic carbenes (NHCs) constitute a prominent class of cyclic species in which a divalent carbene carbon is incorporated into the heterocycle and directly bonded to at least one nitrogen atom. Owing to their pronounced nucleophilic and Lewis basic character (Hopkinson et al 2014), NHCs have emerged as highly influential ligands in transition-metal catalysis (Fortman and Nolan 2011; Diez-Gonzalez et al 2009; Sau et al 2020; Zhou et al 2024) and as efficient catalysts in purely organic transformations (Chakraborty and Biju 2024; Bugaut and

Glorius 2012). Since Arduengo's groundbreaking isolation and structural elucidation of a stable free NHC in 1991, the chemistry of these carbenes has expanded dramatically (Arduengo III et al 1991; Arduengo III et al 1992; Bellotti et al 2021; Hahn 2018). The rigid cyclic backbone and the electron-donating nitrogen atoms impart remarkable thermodynamic and kinetic stability to the carbene center, allowing NHCs to form exceptionally strong metal–carbon σ-bonds that frequently exceed the bond strengths observed in analogous phosphine complexes (Jazzar et al 2020; Fortman and Nolan 2021).

Further diversification of NHC ligands can be achieved by introducing an exocyclic substituent X at the C2-position of the heterocycle, enabling the synthesis of structurally and electronically modified derivatives. These C2-functionalized adducts often contain polarized C-X linkages (Frison and Sevin 2002) or pendant atoms with accessible lone pairs, effectively extending the nucleophilicity of the carbene center toward exocyclic sites. Moreover, the enhanced π-acceptor capacity of certain NHC frameworks provides new avenues for stabilizing unusual element-metal bonding motifs.

Although free carbenes were isolated much later, the earliest metal–NHC complexes were reported as early as 1968 by Öfele and Wanzlick (Öfele 1968; Wanzlick and Schönherr 1968). Arduengo's seminal preparation of 1,3-diadamantylimidazol-2-ylidene in 1991 subsequently initiated rapid and widespread advancement in the fundamental and applied chemistry of NHCs (Arduengo III et al 1991). Over the past several decades, these ligands have become indispensable in homogeneous catalysis because of their strong σ-donor ability coupled with tunable π-acceptor behavior (Hu et al 2004; Hopkinson et al 2014). Their robust metal-carbon σ-bonds and customizable steric profiles have positioned them as powerful alternatives to phosphines in contemporary coordination chemistry (Peris 2017).

Today, NHCs find utility across a broad range of disciplines, including homogeneous catalysis, direct organocatalysis, stabilization of low-valent transition-metal species, main-group element chemistry, and materials science (Zhao et al 2020; Naumann and Dove 2016; Lin et al 2009; Würtemberger-Pietsch et al 2016; Smith et al 2019). Collectively, these attributes underscore the exceptional versatility of NHCs and their continuing significance in modern chemical research.

In this work, a novel benzimidazolium salt, 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium (**1**), was synthesized in high yield. Its structure was confirmed by NMR analysis, including ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ spectroscopy.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 General

Synthesis of compounds was done under argon in flame-dried glassware using standard Schlenk line techniques. Chemicals and solvents were purchased from Sigma Aldrich Co. (Dorset, UK). The solvents used were purified by distillation over the drying agents indicated and were transferred under Argon. ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectra were recorded using a Varian As 400 Mercury spectrometer operating at 400 MHz (^{1}H), 100 MHz (^{13}C) in $CDCl_3$ with tetramethylsilane as the internal reference.

2.2. Synthesis of 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium bromide

N-heterocyclic carbene salt (**1**) was prepared following the procedure described by Şahin (Şahin et al., 2019). First, benzimidazole (10 mmol) and NaH (10 mmol) were stirred in dry THF (30 mL) at room temperature for 1 h. The methallyl chloride (10.1 mmol) was then added, and the reaction mixture was heated at 60 °C for 24 h. After cooling to room temperature, the solvent was removed under reduced pressure. The resulting solid was dissolved in dichloromethane (50 mL), filtered, and concentrated. The residue was distilled to give 1-methallybenzimidazole. Subsequently, 1-methallylbenzimidazole (1 mmol) and 3,5-dimethylbenzyl bromide (1 mmol) were stirred in DMF (5 mL) at 80 °C for 24 h. The reaction mixture was filtered, and the obtained solid was washed with diethyl ether and dried under vacuum. Recrystallization from dichloromethane/diethyl ether yielded the desired carbene salt, 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium bromide (**1**).

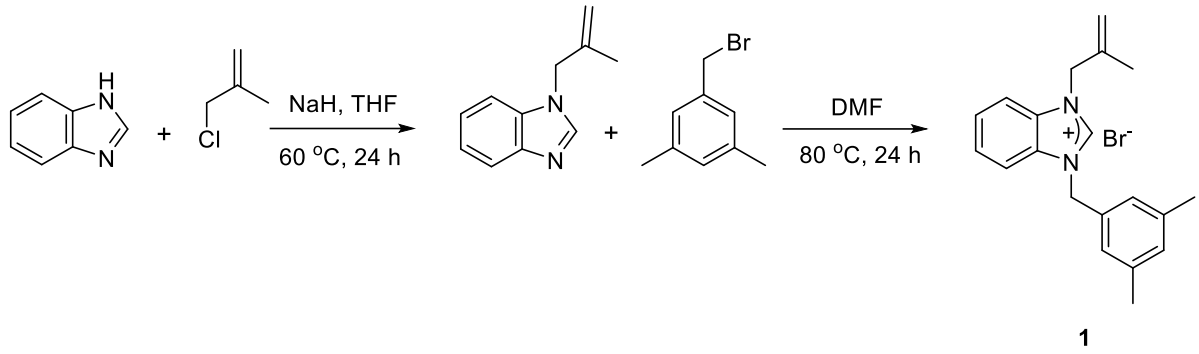
Yield: 77%; m.p. 178-179 ºC. ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm): 1.81 (s, 3H, $NCH_2C(CH_3)CH_2$), 2.29 (s, 6H, $CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 5.0 (s, 1H, $NCH_2C(CH_3)CH_2$), 5.14 (s, 1H, $NCH_2C(CH_3)CH_2$), 5.31 (s, 2H, $NCH_2C(CH_3)CH_2$), 5.79 (s, 2H, $CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 6.97 (s, 1H, Ar-*H*), 7.06 (s, 2H, Ar-*H*), 7.56-7.63 (m, 3H, Ar-*H*), 7.70 (d, 1H, Ar-*H*, *J*= 8 Hz), 11.66 (s, 1H, NC*H*N). ^{13}C{^{1}H} NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm): 19.9 ($CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 21.3 ($NCH_2C(CH_3)CH_2$), 51.7 ($CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 53.7 ($NCH_2C(CH_3)CH_2$), 125.9 ($NCH_2C(CH_3)CH_2$), 132.4 ($NCH_2C(CH_3)CH_2$), 113.8, 114.0, 116.3, 127.3, 131.1, 131.4, 131.8, 132.4, 139.3 (Ar-*C*), 143.4 (N*C*HN).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Structural analysis of 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium bromide

NHC salt **1** was obtained using a modified version of our previously described protocol (Şahin et al. 2019). Initially, treatment of benzimidazole with NaH in dry THF resulted in the formation of the corresponding sodium benzimidazolate species. Alkylation of this anionic intermediate with methallyl chloride subsequently obtained 1-methallylbenzimidazole. In the final stage, reaction of this substituted benzimidazole with 3,5-dimethylbenzyl bromide produced the targeted NHC salt **1** through quaternization. The complete synthetic sequence is illustrated in

Scheme 1. Structural confirmation of compound **1** was achieved based on ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectroscopic analyses.



1

Scheme 1. Synthesis of **1**

N-Heterocyclic carbene salt **1** exhibits high stability under ambient laboratory conditions, showing no detectable sensitivity to air or moisture in either the solid state or in solution. The compound dissolves readily in halogenated solvents, including dichloromethane and chloroform, as well as in more polar solvents such as DMSO and ethyl acetate. All NMR analyses were conducted in d-$CDCl_3$.

In the ^{1}H NMR spectrum, the characteristic NCHN proton appears as a singlet at 11.66 ppm. The aromatic region protons are represented between 6.97-7.70 ppm. A singlet at 5.79 ppm corresponds to the benzylic protons. The methallyl =CH_2 protons and –CH_2 protons showed singlet peaks at 5.00, 5.14 and 5.31 ppm, respectively. Two singlets associated with methyl substituents are detected at 1.81 and 2.29 ppm.

The $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectrum displays aromatic carbon resonances within the interval of 113.8–139.3 ppm. The characteristic carbene carbon (N*C*HN) is observed at 143.4 ppm, a chemical shift in accordance with values typically reported for benzimidazolium-derived NHC salts. The methallyl =CH_2 carbon and –CH_2 carbon gave peaks at 125.9 and 53.7 ppm, respectively. $NCH_2C(CH_3)CH_2$) carbon was seen at 132.4 ppm. The benzylic carbon resonates at 51.7 ppm. Signals corresponding to the methyl carbons appear at 19.9 and 21.3 ppm. Overall, the spectral profile is in good agreement with literature data for analogous NHC structures (Şahin-Bölükbaşı 2019). The ^{1}H and ^{13}C NMR spectra of compound 1 are shown in Figure 1.

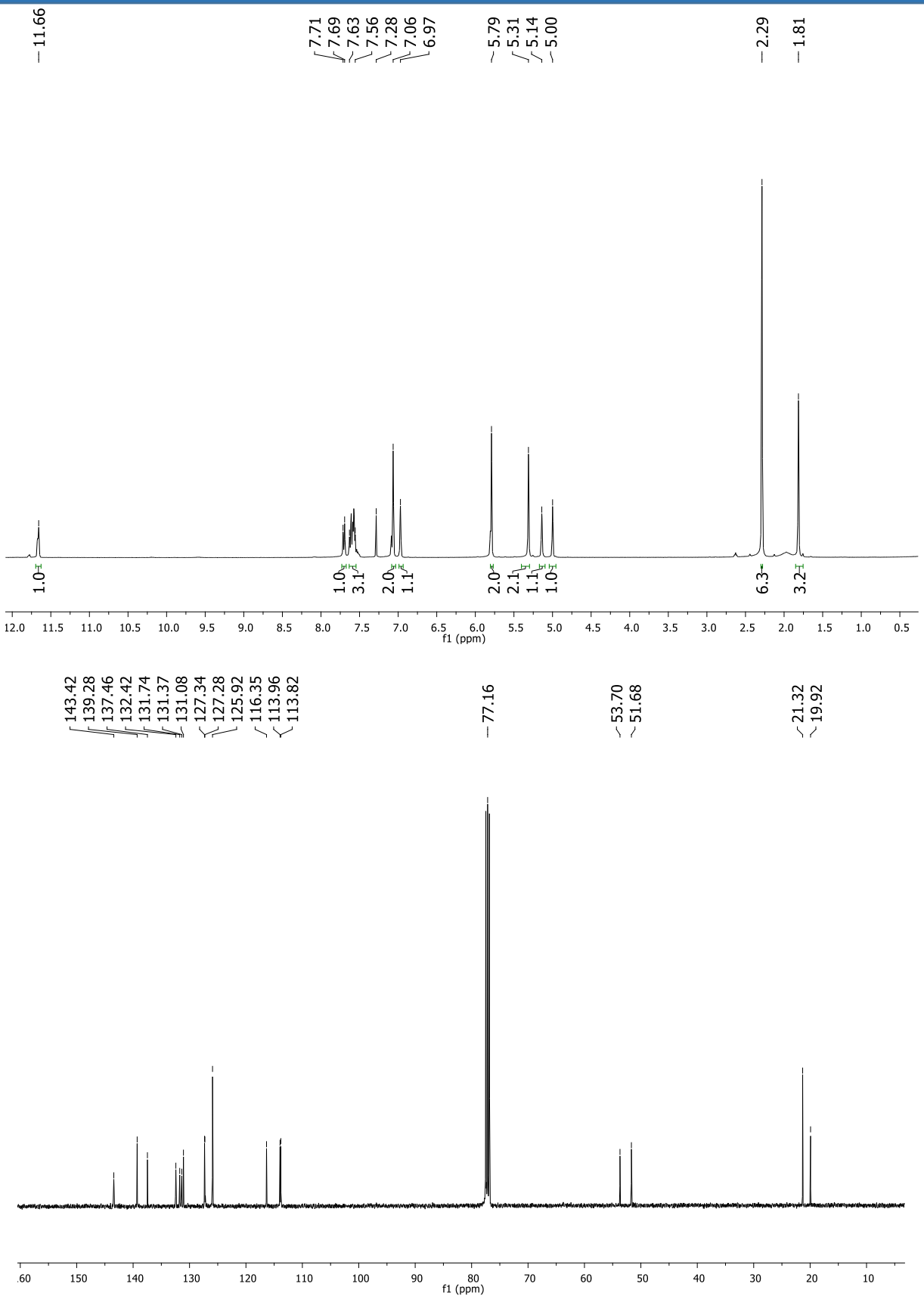


Figure 1. ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectrums of **1**

4. CONCLUSIONS

In the present study, we describe the successful preparation of a novel NHC salt, 1-methallyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)benzimidazolium bromide. Its molecular structure was conclusively established through ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectroscopic analyses, and the compound is reported here for the first time in the literature. Ongoing efforts are directed toward the synthesis of a series of metal complexes derived from this salt, with particular attention to silver and palladium species. Future investigations will assess both the catalytic properties and the potential biological activities of the resulting complexes.

REFERENCES

Arduengo III, A. J., Harlow, R. L., & Kline, M. (1991). A stable crystalline carbene. *Journal of the American Chemical Society*, *113*(1), 361-363.
Arduengo III, A. J., Dias, H. R., Harlow, R. L., & Kline, M. (1992). Electronic stabilization of nucleophilic carbenes. *Journal of the American Chemical Society*, *114*(14), 5530-5534.
Bellotti, P., Koy, M., Hopkinson, M. N., & Glorius, F. (2021). Recent advances in the chemistry and applications of N-heterocyclic carbenes. *Nature Reviews Chemistry*, *5*(10), 711-725.
Bugaut, X., & Glorius, F. (2012). Organocatalytic umpolung: N-heterocyclic carbenes and beyond. *Chemical Society Reviews*, *41*(9), 3511-3522.
Chakraborty, S., & Biju, A. T. (2024). Birth of organocatalysis by N-heterocyclic carbenes. *Nature Catalysis*, *7*(10), 1060-1062.
Diez-Gonzalez, S., Marion, N., & Nolan, S. P. (2009). N-heterocyclic carbenes in late transition metal catalysis. Chemical Reviews, 109(8), 3612-3676.
Fortman, G. C., & Nolan, S. P. (2011). N-Heterocyclic carbene (NHC) ligands and palladium in homogeneous cross-coupling catalysis: a perfect union. *Chemical Society Reviews*, *40*(10), 5151-5169.
Frison, G., & Sevin, A. (2002). Theoretical study of the bonding between aminocarbene and main group elements. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 2*, (10), 1692-1697.
Hahn, F. E. (2018). Introduction: carbene chemistry. *Chemical Reviews*, *118*(19), 9455-9456.
Hopkinson, M. N., Richter, C., Schedler, M., & Glorius, F. (2014). An overview of N-heterocyclic carbenes. *Nature*, *510*(7506), 485-496.
Hu, X., Castro-Rodriguez, I., Olsen, K., & Meyer, K. (2004). Group 11 metal complexes of N-heterocyclic carbene ligands: nature of the metal carbene bond. *Organometallics*, *23*(4), 755-764.
Jazzar, R., Soleilhavoup, M., & Bertrand, G. (2020). Cyclic (alkyl)-and (aryl)-(amino) carbene coinage metal complexes and their applications. *Chemical Reviews*, *120*(9), 4141-4168.
Lin, J. C., Huang, R. T., Lee, C. S., Bhattacharyya, A., Hwang, W. S., & Lin, I. J. (2009). Coinage metal− N-heterocyclic carbene complexes. *Chemical reviews*, *109*(8), 3561-3598.
Naumann, S., & Dove, A. P. (2016). N-Heterocyclic carbenes for metal-free polymerization catalysis: an update. *Polymer International*, *65*(1), 16-27.
Öfele, K. (1968). 1, 3-Dimethyl-4-imidazolinyliden-(2)-pentacarbonylchrom ein neuer Übergangsmetall-carben-komplex. *Journal of Organometallic Chemistry*, *12*(3), P42-P43.
Peris, E. (2017). Smart N-heterocyclic carbene ligands in catalysis. *Chemical reviews*, *118*(19), 9988-10031.
Sau, S. C., Hota, P. K., Mandal, S. K., Soleilhavoup, M., & Bertrand, G. (2020). Stable abnormal N-heterocyclic carbenes and their applications. *Chemical Society Reviews*, *49*(4), 1233-1252.
Smith, C. A., Narouz, M. R., Lummis, P. A., Singh, I., Nazemi, A., Li, C. H., & Crudden, C. M. (2019). N-heterocyclic carbenes in materials chemistry. *Chemical Reviews*, *119*(8), 4986-5056.
Şahin N, Şahin-Bölükbaşı S, Marşan H. (2019). Synthesis and antitumor activity of new silver (I)-N-heterocyclic carbene complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 72(22-24), 3602-3613.
Şahin-Bölükbaşı S, Şahin N, Tahir MN, Arıcı C, Cevik E, Gürbüz N, Cummings BS. (2019). Novel N-heterocyclic carbene silver (I) complexes: Synthesis, structural characterization, and anticancer activity. *Inorganica Chimica Acta*, 486, 711-718.

Wanzlick, H. W., & Schönherr, H. J. (1968). Direct synthesis of a mercury salt-carbene complex. *Angewandte Chemie International Edition in English*, *7*(2), 141-142.
Würtemberger-Pietsch, S., Radius, U., & Marder, T. B. (2016). 25 years of N-heterocyclic carbenes: activation of both main-group element–element bonds and NHCs themselves. *Dalton Transactions*, *45*(14), 5880-5895.
Zhao, Q., Meng, G., Nolan, S. P., & Szostak, M. (2020). N-Heterocyclic carbene complexes in C–H activation reactions. *Chemical reviews*, *120*(4), 1981-2048.
Zhou, T., Utecht-Jarzyńska, G., & Szostak, M. (2024). Ring-expanded N-heterocyclic carbene (reNHC) complexes: Applications in transition metal catalysis. *Coordination Chemistry Reviews*, *512*, 215867.

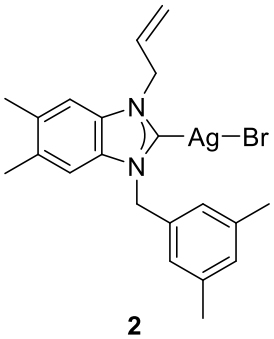
BROMO[1-ALLİL-3-(3,5-DİMETİLBENZİL)-5,6-DİMETİLBENZİMİDAZOL-2-İLİDEN]GÜMÜŞ(I) KOMPLEKSİNİN SENTEZİ VE SPEKTROSKOPİK KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Science Education, 58040, Sivas
ORCID: 0000-0003-1498-4170
Prof. Dr. Elvan ÜSTÜN
Ordu University, Faculty of Art and Science, Department of Chemistry, 52200 Ordu
ORCID: 0000-0002-0587-7261

ÖZET

N-Heterosiklik karbenler (NHC'ler), son yıllarda kendine özgü elektronik özellikleri nedeniyle önemli ilgi gören kararlı singlet karben türleridir. Güçlü σ-donör ve zayıf π-alıcı özellikleri, çok çeşitli metal merkezleriyle sağlam bağların oluşumunu sağlayarak, NHC'leri homojen kataliz, organokataliz ve koordinasyon kimyasında çok yönlü ligandlar haline getirir. NHC'lerin gümüş metaliyle oluşturduğu Ag-NHC kompleksleri, antikanser ve antimikrobiyal antioksidanlar da dahil olmak üzere oldukça etkili biyolojik bileşiklerdir. Ag-NHC komplekslerinin yüksek kararlılığı ve gümüş iyonlarının Ag-NHC komplekslerinden hastalıklı bölgeye yavaşça salınması nedeniyle, Ag-NHC kompleksleri çeşitli hastalıklı hücrelere karşı yüksek aktivite gösterir. Ayrıca, gümüşün metaller arasında daha düşük toksisiteye sahip olması nedeniyle de Ag(-NHC kompleksleri dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada 1-allil-3-(3,5-dimetilbenzil)-5,6-dimetilbenzimidazolyumbromür tuzu kullanılarak bromo[1-allil-3-(3,5-dimetilbenzil)-5,6-dimetilbenzimidazol-2-iliden]gümüş(I) kompleksi sentezlenmiş ve elde edilen yeni bileşiğin yapısı ^{1}H ve $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spektroskopisi ile karakterize edilmiştir.



2

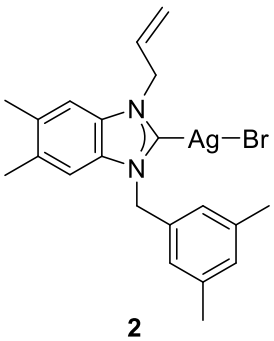
Anahtar Kelimeler: N-Heterosiklik karben, allil, gümüş, NMR.

SYNTHESIS AND SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION OF BROMO[1-ALLYL-3-(3,5-DIMETHYLBENZYL)-5,6-DIMETHYLBENZIMIDAZOLE-2-YLIDENE]SILVER(I) COMPLEX

ABSTRACT

N-Heterocyclic carbenes (NHCs) are stable singlet carbene species that have garnered significant attention in recent years due to their distinctive electronic properties. Their strong σ-donor and weak π-acceptor characteristics enable the formation of robust bonds with a wide range of metal centers, establishing NHCs as versatile ligands in homogeneous catalysis, organocatalysis, and coordination chemistry. Ag-NHC complexes formed by NHCs with silver metal are highly effective biological compounds, including anticancer and antimicrobial antioxidants. Due to the high stability of Ag-NHC complexes and the slow release of silver ions from the Ag-NHC complexes to the diseased site, Ag-NHC complexes exhibit high activity against various diseased cells. Ag-NHC also attracts attention because silver has lower toxicity among metals.

In this study, bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I) complex was synthesized from 1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazoliumbromide salt and the structure of the new compound was characterized by ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectroscopy.



2

Keywords: N-Heterocyclic carbene, allyl, silver, NMR.

1. INTRODUCTION

N-Heterocyclic carbenes (NHCs) are a class of cyclic carbenes typically generated by deprotonating imidazolium salts. NHCs are potent nucleophilic ligands that readily coordinate to both main-group and transition-metal centers, frequently affording complexes with greater stability than comparable phosphine-based systems (Herrmann 2002; Crudden and Allen 2004). The carbene carbon is effectively stabilized by p_{π}-p_{π} electron donation from the two adjacent nitrogen atoms, while additional inductive contributions from these nitrogens further reinforce

stabilization of the lone pair on the carbene center (Bourissou et al 2000). Although traditionally regarded as primarily σ-donor ligands, emerging theoretical and structural studies have provided evidence that certain metal centers can also participate in appreciable π-backbonding interactions with NHC ligands (Lai et al 2005; Termaten et al 2003; Clarke and Taube 1975; Cavallo et al 2005). The chemistry of N-heterocyclic carbene metal complexes has expanded rapidly since Wanzlick first introduced the concept of nucleophilic carbene chemistry in 1962 (Wanzlick 1962). Within this broad field, silver-NHC complexes have emerged as a particularly compelling class due to their distinctive structural features and versatile reactivity. A major advantage of Ag-NHC complexes is the ease with which silver can be replaced by other metals within the NHC coordination environment, making them valuable intermediates in synthetic and catalytic processes, including hydrogenations, reductions, and azide-based transformations (Mangalum et al 2015; Ruiz-Mendoz et al 2024) Silver complexes have been widely employed as catalysts in the formation of C-C and C-E (E= heteroatom) bonds (Alvarez-Corral et al 2008). More recently, Ag(I)-NHC complexes have proven effective in promoting three-component coupling reactions involving an aldehyde, an alkyne, and an amine to afford propargylamines (Cheng et al 2013).

Beyond catalysis, Ag-NHC complexes have also demonstrated promise in a range of non-catalytic applications-such as antimicrobial, anticancer-owing to their diverse bioactive properties (Mooney et al 2024; Haque et al 2017). The biological use of silver dates back to antiquity, with early civilizations employing silver vessels and implements to purify and store drinking water (Russell and Hugo 1994). Long before the 19th century, the antiseptic properties of silver nitrate were already well established, and the compound had been utilized in wound treatment for more than two centuries (Lansdown 2004). By the late 1800s, reports demonstrated that even very low concentrations of silver compounds were capable of eliminating specific microorganisms. These activities are closely tied to the ability of NHC ligands to finely tune the electronic characteristics and coordination behavior of the metal center, thereby enhancing the overall reactivity of the complexes.

The development of Ag–NHC chemistry can be traced to several landmark discoveries. Wanzlick reported the first NHC synthesis in 1963 (Wanzlick et al 1963), followed shortly thereafter by Fischer and Maasbøl's groundbreaking introduction of metal carbene complexes in 1964 (Fischer and Maasböl 1964). That same era saw Bauman and Wang disclose the first imidazole–silver complex (Bauman and Wang 1964). In 1968, both Wanzlick and Öfele independently described mercury and chromium NHC complexes. A major breakthrough came in 1991 when Arduengo isolated the first stable NHC paving the way for further advancements-

including his report of the first mononuclear Ag-NHC complex in 1993 (Wanzlick and Schönherr 1968; Öfele 1968; Arduengo III et al 1991; Arduengo III et al 1993).

In this study, a new Ag-NHC complex, bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I) complex (**2**), was successfully synthesized. Its structure was confirmed by NMR analysis, including ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ spectroscopy.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 General

Synthesis of compounds was done under argon in flame-dried glassware using standard Schlenk line techniques. Chemicals and solvents were purchased from Sigma Aldrich Co. (Dorset, UK). The solvents used were purified by distillation over the drying agents indicated and were transferred under Argon. ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectra were recorded using a Varian As 400 Mercury spectrometer operating at 400 MHz (^{1}H), 100 MHz (^{13}C) in $CDCl_3$ with tetramethylsilane as the internal reference.

2.2. Synthesis of bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I)

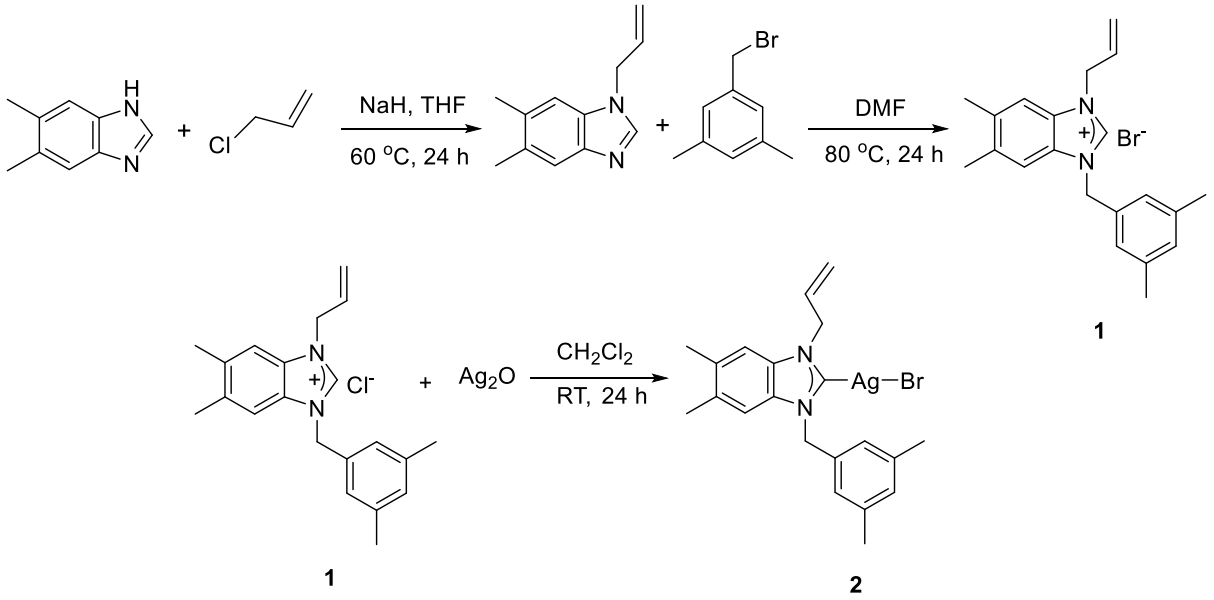
NHC salt **1** was synthesized and published according to our previous study (Şahin and Üstün 2025). 5,6-Dimethylbenzimidazole (10 mmol) was added slowly to a solution of NaH (11 mmol) in tetrahydrofuran (20 mL) in a Schlenk and the solution was mixed at room temperature for 1 h. Then, allyl chloride (10.1 mmol) was added to the mixture and the solution was stirred for 24 h at 60 ºC. The solution was cooled to room temperature and tetrahydrofuran was evaporated under vacuum. Dichloromethane (50 mL) was added to the resulting solid. The last solution was distilled and 1-allyl-5,6-dimethylbenzimidazole was obtained. The 1-allyl-5,6-dimethylbenzimidazole (1 mmol) and 3,5-dimethylbenzyl bromide (1 mmol) were mixed in dimethyl formamide (5 mL) for 24 h at 80 ºC. At the end of this period, a white solid was precipitated. It was filtered and rinsed out with diethyl ether, dried under the vacuum, and **1** was obtained. The benzimidazolium salt (**1**) (1 mmol) and silver(I)oxide (0.8 mmol) were stirred in dichloromethane (25 mL) at room temperature for 24 h, wrapped in aluminum foil. The solution obtained by filtration on celite was concentrated to 5 mL under vacuum. The final solution was added diethyl ether and the precipitated white product, bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I) (**2**), was filtered and washed with diethyl ether. Yield: 75%; m.p. 189-190 ºC. ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm): ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm): 2.27 (s, 6H, $CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 2.33, 2.36 (s, 6H, $NC_6H_2N(CH_3)_2$-5,6), 5.02 (d, 2H, NCH_2CHCH_2, J= 8 Hz), 5.20 (d, 1H, NCH_2CHCH_2, J= 20 Hz), 5.32 (d, 1H, NCH_2CHCH_2, J= 12 Hz), 5.46 (s, 2H, $CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 6.01 (quint, 1H, NCH_2CHCH_2,

J= 8 Hz), 6.85 (s, 2H, Ar-*H*), 6.92 (s, 1H, Ar-*H*), 7.12 (s, 1H, Ar-*H*), 7.20 (s, 1H, Ar-*H*). $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm): 20.6 ($NC_6H_2N(CH_3)_2$-5,6), 21.4 ($NCH_2C(CH_3)CH_2$), 52.0 ($CH_2C_6H_3(CH_3)_2$-3,5), 53.2 (NCH_2CHCH_2), 125.0 (NCH_2CHCH_2), 132.1 (NCH_2CHCH_2), 112.1, 112.3, 119.1, 130.2, 132.6, 133.8, 135.2, 138.8 (Ar-*C*), no peak ($C_{carbene}$-Ag).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Structural analysis of bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I)

NHC salt **1** was synthesized and published according to our previous study (Şahin and Üstün 2025). The synthesis commenced with the deprotonation of 5,6-dimethylbenzimidazole using NaH in THF, generating the corresponding sodium benzimidazolate intermediate. Treatment of this species with allyl chloride led to the formation of 1-allyl-5,6-dimethylbenzimidazole. Subsequent quaternization of this product with 3,5-dimethylbenzyl bromide afforded the target NHC salt (**1**), 1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazolium bromide. Then, bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I) complex (**2**) was synthesized, by reaction of the benzimidazolium salt **1** with Ag_2O in dichloromethane for 24 h in high yield. The synthetic route is shown in Scheme 1. The structure of compound **2** was verified by ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectroscopy. The complex **2** is sensitive to light but stable to air and moisture in the solid state. Because of this, synthesis studies and storage of the complex were made in dark conditions. NMR measurement of complex **2** was performed in d-$CDCl_3$.



Scheme 1. Synthesis of **2**

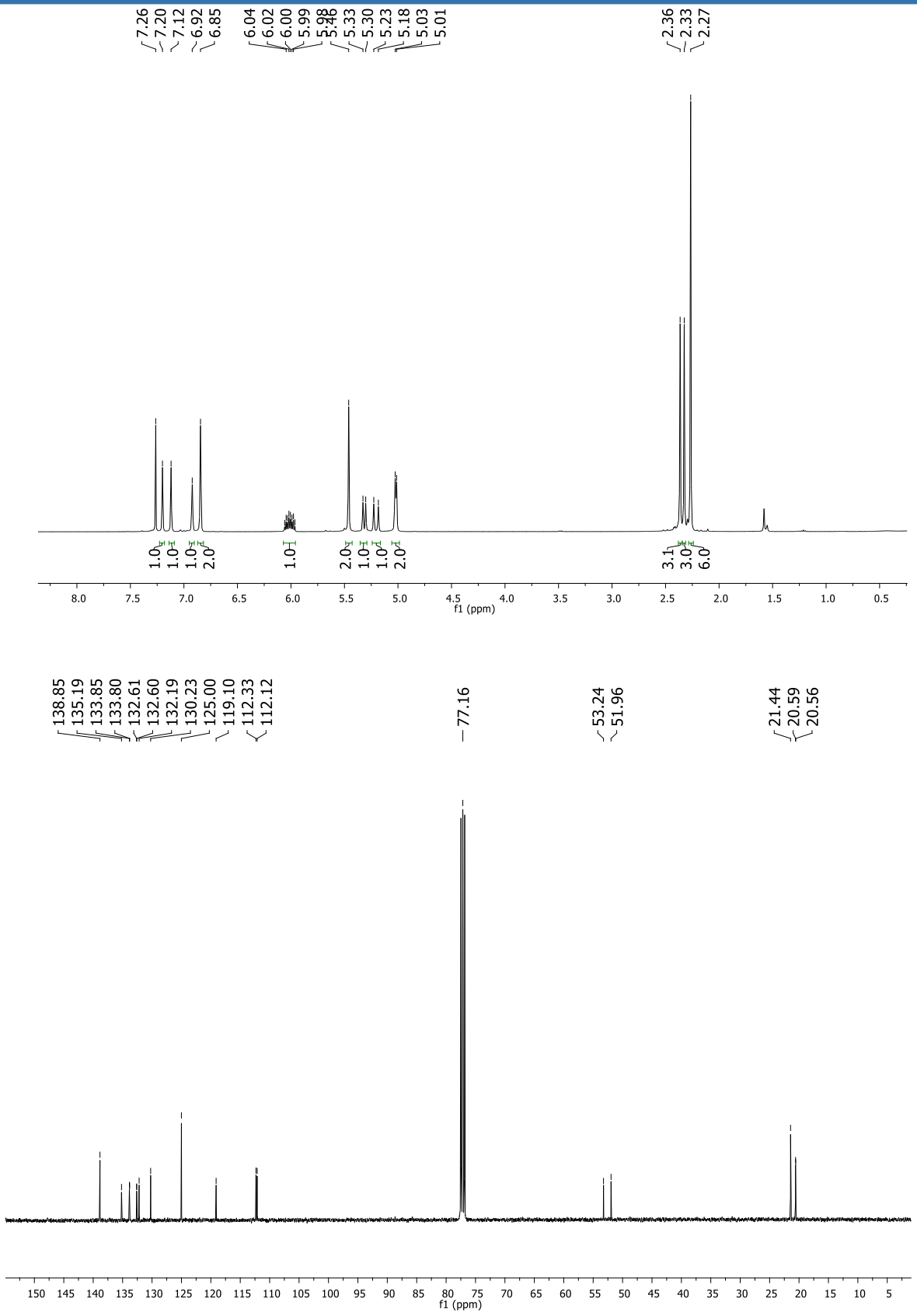


Figure 1. ^{1}H and $^{13}C\{^{1}H\}$ NMR spectrums of **2**

In ^{1}H NMR spectra, it is observed that the acidic proton of benzimidazolium salt **1** (11.39) (Şahin and Üstün 2025) is lost and silver complex **2** is formed. In the spectra of Ag(I)-NHC

complex **2,** aromatic protons were seen at 6.85, 6.92, 7.12 and 7.20 ppm as singlets. The -C*H* proton of allyl group was detected at 6.01 ppm as a quintet. Terminal -CH_2 protons of allyl group came to at 5.20 and 5.32 ppm as doublets. Benzylic protons of (CH_2C$_6$H$_3$(CH$_3$)$_2$-3,5) appeared at 5.46 ppm as a sharp singlet. Allylic N-CH_2 protons were observed at 5.02 ppm as a doublet. All the methyl protons on complex **2** gave the singlet peaks at 2.27, 2.33 and 2.36 ppm

In the $^{13}C\{^1H\}$ NMR spectra, the carbene peak of the N*C*HN was detected at 141.8 ppm for the benzimidazolium salt **1** (Şahin and Üstün 2025). In previously reported silver-NHC complexes, the carbenic carbon signal typically appears in the range of 200-160 ppm (Selvarajoo et al 2017; Napoli et al 2013). This peak was not observed for complex **2.** The reason why this peak is not observed is explained by the fluxional behavior of the silver complexes (Wang and Lin 1998). In the ^{13}C NMR spectra of complex **2**, aromatic carbons were detected in the range 112.1-138.8 ppm. The -C*H* carbon of allyl was detected at 132.1 ppm. Terminal -*C*H$_2$ carbon of allyl group was seen at 125.0 ppm. Allylic N-*C*H$_2$ carbon of complex **2** gave peak at 53.2 ppm. The benzylic carbon of complex **2** was observed at 52.0 ppm. All the methyl carbons on the complex **2** gave the peaks at 20.6 and 21.4 ppm. These spectroscopic data align well with literature reports for structurally similar Ag-NHC complexes (Şahin et al 2019). The ^1H and ^{13}C NMR spectra of complex **2** are shown in Figure 1.

4. CONCLUSIONS

In this study, a novel Ag(I)-NHC complex, namely bromo[1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazol-2-ylidene]silver(I),was synthesized from 1-allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazoliumbromide. This complex was thoroughly characterized using ^1H NMR and $^{13}C\{^1H\}$ NMR. In subsequent studies, it is planned to conduct various biological activities, such as antimicrobial, anticancer, and antioxidant studies on this complex.

REFERENCES

Alvarez-Corral, M., Munoz-Dorado, M., & Rodriguez-Garcia, I. (2008). Silver-mediated synthesis of heterocycles. *Chemical reviews*, *108*(8), 3174-3198.

Arduengo III, A. J., Harlow, R. L., & Kline, M. (1991). A stable crystalline carbene. *Journal of the American Chemical Society*, *113*(1), 361-363.

Arduengo III, A. J., Dias, H. R., Calabrese, J. C., & Davidson, F. (1993). Homoleptic carbene-silver (I) and carbene-copper (I) complexes. *Organometallics*, *12*(9), 3405-3409.

Bauman Jr, J. E., & Wang, J. C. (1964). Imidazole complexes of nickel (II), copper (II), zinc (II), and silver (I). *Inorganic Chemistry*, *3*(3), 368-373.

Bourissou, D., Guerret, O., Gabbaï, F. P., & Bertrand, G. (2000). Stable carbenes. *Chemical Reviews*, *100*(1), 39-92.

Cavallo, L., Correa, A., Costabile, C., & Jacobsen, H. (2005). Steric and electronic effects in the bonding of N-heterocyclic ligands to transition metals. *Journal of Organometallic Chemistry*, *690*(24-25), 5407-5413.
Cheng, C. H., Chen, D. F., Song, H. B., & Tang, L. F. (2013). Synthesis and catalytic activity of N-heterocyclic carbene silver complexes derived from 1-[2-(pyrazol-1-yl) phenyl] imidazole. *Journal of Organometallic Chemistry*, *726*, 1-8.
Clarke, M. J., & Taube, H. (1975). Nitrogen-bound and carbon-bound xanthine complexes of ruthenium ammines. *Journal of the American Chemical Society*, *97*(6), 1397-1403
Crudden, C. M., & Allen, D. P. (2004). Stability and reactivity of N-heterocyclic carbene complexes. *Coordination chemistry reviews*, *248*(21-24), 2247-2273.
Haque, R. A., Hasanudin, N., Hussein, M. A., Ahamed, S. A., & Iqbal, M. A. (2017). Bis-N-heterocyclic carbene silver (I) and palladium (II) complexes: efficient antiproliferative agents against breast cancer cells. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, *47*(1), 131-137.
Herrmann, W. A. (2002). N-heterocyclic carbenes: a new concept in organometallic catalysis. *Angewandte Chemie International Edition*, *41*(8), 1290-1309.
Fischer, E. O., & Maasböl, A. (1964). On the existence of a tungsten carbonyl carbene complex. *Angewandte Chemie International Edition in English*, *3*(8), 580-581.
Lai, C. L., Guo, W. H., Lee, M. T., & Hu, C. H. (2005). Ligand properties of N-heterocyclic and Bertrand carbenes: A density functional study. *Journal of organometallic chemistry*, *690*(24-25), 5867-5875.
Lansdown, A. B. (2004). A review of the use of silver in wound care: facts and fallacies. *British journal of nursing*, *13*(Sup1), S6-S19.
Mangalum, A., McMillen, C. D., & Tennyson, A. G. (2015). Synthesis, coordination chemistry and reactivity of transition metal complexes supported by a chelating benzimidazolylidene carboxylate ligand. *Inorganica Chimica Acta*, *426*, 29-38.
Mooney, E., Tacke, M., Mueller-Bunz, H., Bruno-Colmenarez, J., Cooke, G., Caraher, E., ... & Creaven, B. S. (2024). Hybrid silver (I) coumarin-carbene and coumarin-triphenylphosphine complexes: Towards more effective antimicrobial therapies. *Inorganica Chimica Acta*, *572*, 122222.
Napoli, M., Saturnino, C., Cianciulli, E. I., Varcamonti, M., Zanfardino, A., Tommonaro, G., & Longo, P. (2013). Silver (I) N-heterocyclic carbene complexes: Synthesis, characterization and antibacterial activity. *Journal of Organometallic Chemistry*, *725*, 46-53.
Öfele, K. (1968). 1, 3-Dimethyl-4-imidazolinyliden-(2)-pentacarbonylchrom ein neuer Übergangsmetall-carben-komplex. *Journal of Organometallic Chemistry*, *12*(3), P42-P43.
Ruiz-Mendoza, F. J., Campos-Dominguez, E., Álvarez-Hernández, A., & Mendoza-Espinosa, D. (2024). Synthesis and catalytic applications of NHC–metal complexes supported on p-tert-butylcalix [4] arene frameworks. *New Journal of Chemistry*, *48*(31), 14021-14028.
Russell, A. D., & Hugo, W. B. (1994). 7 antimicrobial activity and action of silver. *Progress in medicinal chemistry*, *31*, 351-370.
Selvarajoo, P. D., Haque, R. A., Haziz, U. F., Avicor, S. W., Wajidi, M. F., & Razali, M. R. (2017). Dinuclear silver (I)-N-heterocyclic carbene complexes: Synthesis, characterization and larvicidal activity of bis-imidazolium dinuclear silver (I)-N-heterocyclic carbene complexes. *Journal of inorganic biochemistry*, *175*, 232-238.
Şahin, N., Üstün, E., Synthesis and Characterization of 1-Allyl-3-(3,5-dimethylbenzyl)-5,6-dimethylbenzimidazolium Chloride Salt, *5. International Üsküdar Scientific Research Congress,* 22-23 November 2025, 648-654, İstanbul.
Şahin N, Şahin-Bölükbaşı S, Marşan H. (2019). Synthesis and antitumor activity of new silver (I)-N-heterocyclic carbene complexes. Journal of Coordination Chemistry, 72(22-24), 3602-3613.
Termaten, A. T., Schakel, M., Ehlers, A. W., Lutz, M., Spek, A. L., & Lammertsma, K. (2003). N-Heterocyclic Carbene Functionalized Iridium Phosphinidene Complex [Cp*(NHC) Ir□ PMes*]: Comparison of Phosphinidene, Imido, and Carbene Complexes. *Chemistry–A European Journal*, *9*(15), 3577-3582.

Wang, H. M., & Lin, I. J. (1998). Facile synthesis of silver (I)− carbene complexes. Useful carbene transfer agents. *Organometallics*, *17*(5), 972-975.
Wanzlick, H. W. (1962). Aspects of nucleophilic carbene chemistry. *Angewandte Chemie International Edition in English*, *1*(2), 75-80.
Wanzlick, H. W., Esser, F., & Kleiner, H. J. (1963). Nucleophile Carben-Chemie, III. Neue Verbindungen vom Typ des Bis-[1.3-diphenyl-imidazolidinylidens-(2)]. *Chemische Berichte*, *96*(5), 1208-1212.
Wanzlick, H. W., & Schönherr, H. J. (1968). Direct synthesis of a mercury salt-carbene complex. *Angewandte Chemie International Edition in English*, *7*(2), 141-142.

THEORETICAL OPTIMIZATION OF QUINOXALINE-BASED DONOR MATERIALS TO ENHANCE ORGANIC PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE

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
A.ARIF
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco
Mohammed DENZIRA
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco
Ali BARHOUMI
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. El Jadida, Morocco.
Abdelmalek MATINE
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. El Jadida, 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 explores four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs) using DFT/TD-DFT calculations. The research evaluates their optoelectronic properties, including frontier molecular orbital energies, band gaps, and absorption spectra. Compound **M3** is identified as the most promising candidate due to its narrowest band gap, broadest absorption spectrum, and high chemical softness, which suggest superior light-harvesting and charge-transport capabilities. While **M1** and **M2** have deeper HOMO levels that could lead to higher open-circuit voltages, their larger band gaps limit their light absorption efficiency. The study confirms that molecular design can effectively tune the properties of quinoxaline derivatives for high-performance organic photovoltaic applications.

Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

CAM KUMUNDAN DEMİR GİDERİMİ ÜZERİNE OKSALİK ASİT VE HİDROJEN PEROKSİT ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Seda DEMİRCİ
Cukurova University, Aladag Vocational School, Department of Mining and Mining Extraction, Aladağ, Adana
ORCID:0000-0001-9577-4970

ÖZET

Bu çalışmada, cam kumu içerisindeki demir oksit safsızlıklarının giderilmesine yönelik olarak oksalik asit kullanılarak kimyasal liç uygulamalarının performansı incelenmiştir. Çevre dostu organik bir asit olan oksalik asidin, cam hammaddesi saflaştırma süreçlerinde potansiyel kullanımına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Deneyler, 10 g numune kütlesi ve 100 mL çözelti hacmi koşullarında; oksalik asit derişimi (0,3–0,5 M), sıcaklık (55–85 °C), liç süresi (60–90 dk) ve 2 mL H_2O_2 ilavesinin etkileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Kütle dengesi ve artık katı XRF sonuçlarına göre en yüksek Fe çözünme verimi, 0,3 M oksalik asit, 55 °C ve 60 dk koşullarında H_2O_2 ilavesi olmadan yaklaşık %44 seviyesinde elde edilmiştir. H_2O_2 ilavesi, belirli koşullarda demir çözünmesini sınırlandırıcı bir rol oynarken, Al ve Ti çözünmelerinin devam etmesi seçici çözünme davranışının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Genel olarak, oksalik asit liç yöntemi, cam kumu safsızlıklarının azaltılmasına yönelik katkı sağlayabilecek bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuvarsit, oksalik asit, hidrojen peroksit, kimyasal liç

EFFECT OF OXALIC ACID AND HYDROGEN PEROXIDE ON IRON REMOVAL FROM GLASS SAND

ABSTRACT

This study investigates the performance of chemical leaching using oxalic acid for the removal of iron oxide impurities from glass sand. The potential applicability of oxalic acid, an environmentally friendly organic acid, in glass raw material purification was evaluated. Experiments were conducted using 10 g of sample and 100 mL of solution, considering the effects of oxalic acid concentration (0.3–0.5 M), temperature (55–85 °C), leaching duration (60–90 min), and the addition of 2 mL H_2O_2. Based on mass balance calculations and XRF analysis of the leach residues, the highest Fe dissolution efficiency—approximately 44%—was obtained at 0.3 M oxalic acid, 55 °C, and 60 min without H_2O_2 addition. The presence of H_2O_2 exhibited a limiting influence on iron dissolution under certain conditions, while the continued dissolution of Al and Ti indicated a selective leaching behavior. Overall, the findings suggest

that oxalic acid leaching may serve as a beneficial approach for reducing impurity levels in glass sand to support the production of higher-purity quartz materials.

Keywords: Quartzite, oxalic acid, hydrogen peroxide, chemical leaching

1. GİRİŞ

Kuvarsit; cam, yüksek teknoloji ürünleri, refrakter malzeme, demir ve ferrokrom üretimi gibi birçok endüstride kullanılan, önemli bir hammaddedir (Mihajlovic ve ark., 2019; Legemza ve ark., 2021; Kadyrova, 2023). Cam kumunun mineralojik ve kimyasal saflığı, nihai ürünün performansını doğrudan etkilediği için endüstriyel kullanım kriterlerinde belirleyici bir unsurdur (Vatalis ve ark., 2014; Banihashemi ve ark., 2019).

Çoğunlukla demir oksitler, hidroksitler, kil mineralleri ve çeşitli ağır metallerle birlikte bulunurlar. Kuvarsit yatakları %0,2- %3 oranında safsızlıklarla kirlenmiştir ve uzaklaştırılması teknolojik olarak zordur. Özellikle demir ve alüminyum bileşikleri, istenmeyen renk oluşumu ve camın optik özelliklerinin bozulmasına neden oldukları için kuvarsit zenginleştirme çalışmalarında kritik hedefler arasında yer almaktadır (Haus ve ark., 2012, Suratman, 2015). Fe_2O_3 içeriğinin cam üretiminde %0,02–0,06 seviyelerine düşürülmesi gerekmektedir (Donald, 1971; Suratman, 2015). Benzer şekilde, Al_2O_3 içeriğinin kontrol altında tutulması, cam ergitme davranışının ve homojenliğin sağlanması açısından önem taşımaktadır (Cheng ve ark., 2013). Kuvarsit zenginleştirmede yaygın olarak uygulanan fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve biyolojik zenginleştirme yöntemleri ile çalışmalar yapılmıştır (Haus ve ark., 2012; Lin ve ark. 2020). Yeterli olmadığı durumlarda yöntemlerin birkaçı birlikte çalışılmaktadır (Santos ve ark., 2015). Cam kumu tesislerinde oluşan −0,1 mm altı ince fraksiyonlar, kil mineralleri ve mikron boyutundaki demir oksitlerin boyut küçüldükçe varlığının artması nedeniyle fiziksel yöntemlerle yeterince saflaştırılamamaktadır (Cotai ve ark., 2018). Bu nedenle ince boyutlu kuvars fraksiyonlarının kimyasal yöntemlerle zenginleştirilmesi sürdürülebilir üretim açısından önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Kimyasal zenginleştirme uygulamalarında demir oksitlerin çözündürülmesi için hem inorganik hem de organik asitler kullanılmaktadır (Taxiarchou ve ark., 2007; Mohammed ve ark., 2019). HCl ve H_2SO_4 gibi güçlü inorganik asitler yüksek çözünme verimine sahip olmakla birlikte; korozyon, çevresel riskler ve nihai ürünün klorür/sülfat ile kirlenmesi gibi dezavantajlar nedeniyle kullanım alanları sınırlıdır. Bu nedenle çevre dostu ve daha kontrollü çözünme sağlayan organik asitlere yönelik ilgi artmıştır. Organik asitler içerisinde oksalik asit, Fe(III) ve Fe(II) oksitleri hem şelasyon hem de indirgen çözünme mekanizmalarıyla etkili şekilde çözebilmesi nedeniyle öne çıkmaktadır (Lee ve ark., 2007; Du ve ark., 2011). Literatürde oksalik asit liçiyle %40–99 arasında değişen demir

uzaklaştırma verimleri bildirilmiştir (Ubaldini, 1996; Taxiarchou, 1997; Veglio, 1999). Ayrıca oksalik asidin geniş pH aralığında çalışabilmesi, çözünen demirin demir oksalat olarak çöktürülüp kalsinasyon ile saf hematite dönüştürülebilmesi ve kimyasal kirlilik oluşturmaması önemli avantajlar sunmaktadır.

Bu çalışma, cam kumu olarak kullanılan kuvarsit numunesinden **metal safsızlıklarının giderilmesi** amacıyla **oksalik asit ve hidrojen peroksit (H_2O_2)** kullanılarak yapılan liç işlemini kapsamaktadır. Farklı **sıcaklık (55, 70, 85 °C), asit derişimi (0.3–0.5 M),** liç süresi (60-90 dk) ve **H_2O_2 oranı (2ml)** koşullarında gerçekleştirilen deneylerle, bu parametrelerin Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2 giderimi üzerindeki etkileri sistematik olarak araştırılmıştır. Çalışmanın temel amacı, çevreyle uyumlu ve kimyasal olarak seçici bir liç yöntemiyle **cam endüstrisinde kullanılabilir hammadde** elde etmek ve oksalik asit–H_2O_2 kombinasyonunun metal çözünme verimini artırmadaki etkinliğini ortaya koymaktır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

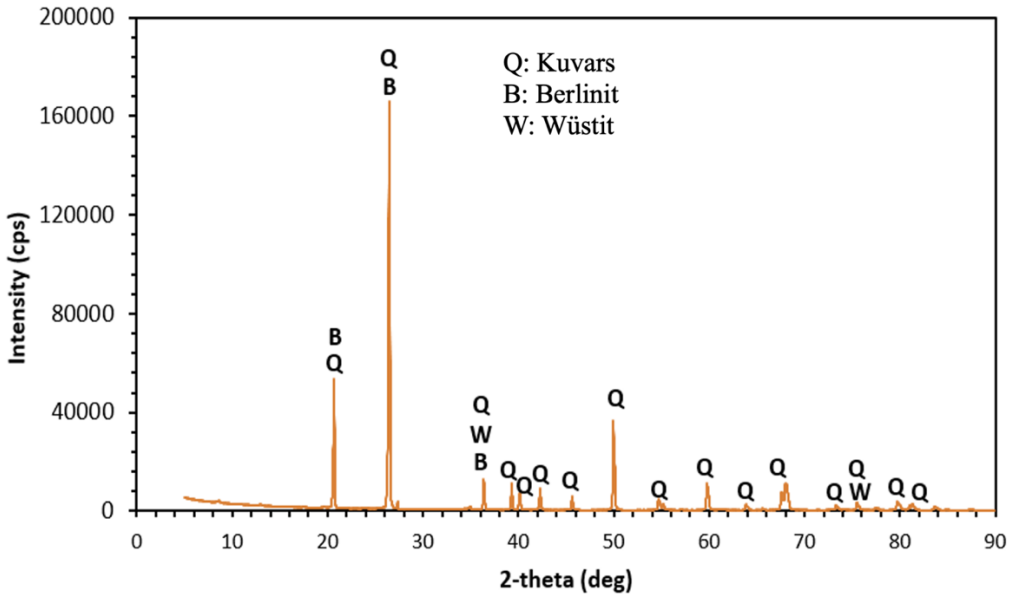
2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan cam kumu (kuvarsit) numunesi Türkiye'nin Hatay ilinde bulunan bir kuvarsit yatağından temin edilmiştir. 106 mikron tane boyutu altındaki numune homojen olacak şekilde karıştırılarak deneyler, mineralojik ve kimyasal analizler de kullanılmak üzere ayarlanmıştır. **Philips Panalytical Minipal 4 X-ışını floresans (XRF)** spektrometresi ile numunenin kimyasal bileşimi belirlenmiştir. Numunenin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kuvarsit numunesinin XRF ile belirlenen kimyasal bileşimi (%)

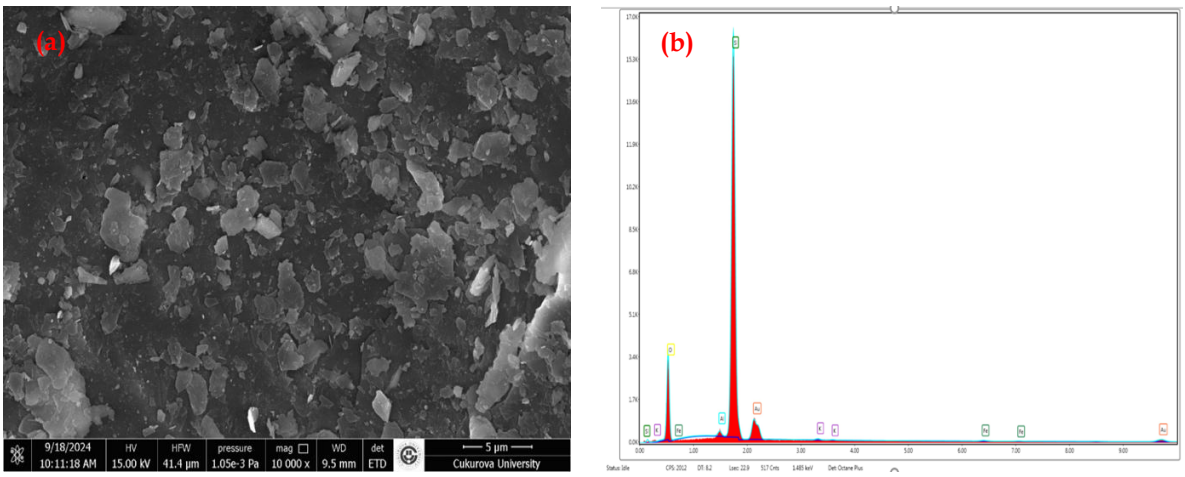
Bileşim	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	K_2O	TiO_2	CuO
%	88,6	1,21	5,8	2,94	0,993	0,04

X-ışını difraksiyonu (XRD, Panalytical Empyrean) analizinde yapılarak minerololojik tanımlamasında kuvars (SiO_2), berlinit ($AlPO_4$) ve wüstit (FeO) fazları tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kuvarsit numunesinin XRD paterni ve tespit edilen fazlar (Q: Kuvars, B: Berlinit, W: Wüstit)

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM, FEI Quanta 650 FEG) SEM ve Enerji Dağılımlı Spektroskopi (EDS) analizinde kuvarsit partikülleri köşeli ve keskin kenarlı ve heterojen bir yapı da olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Elementel analiz sonuçları, numunenin temel olarak **silisyum (Si)** ve **oksijen (O)** içerdiğini, ayrıca **alüminyum (Al), potasyum (K)** ve **demir (Fe)** elementlerinin eser miktarda bulunduğunu ortaya koymuştur. SEM-EDS analiz sonuçlarında görülen Au elementi, numune yüzeyinin iletkenliği artırmak amacıyla gerçekleştirilen **altın kaplama işleminden** kaynaklanmakta olup, numunenin gerçek bileşiminde yer almamaktadır.



O: %27,03, Al: %0,66, Si: % 59,32, K: %0,48, Fe: %1,13 and Au: %11,38

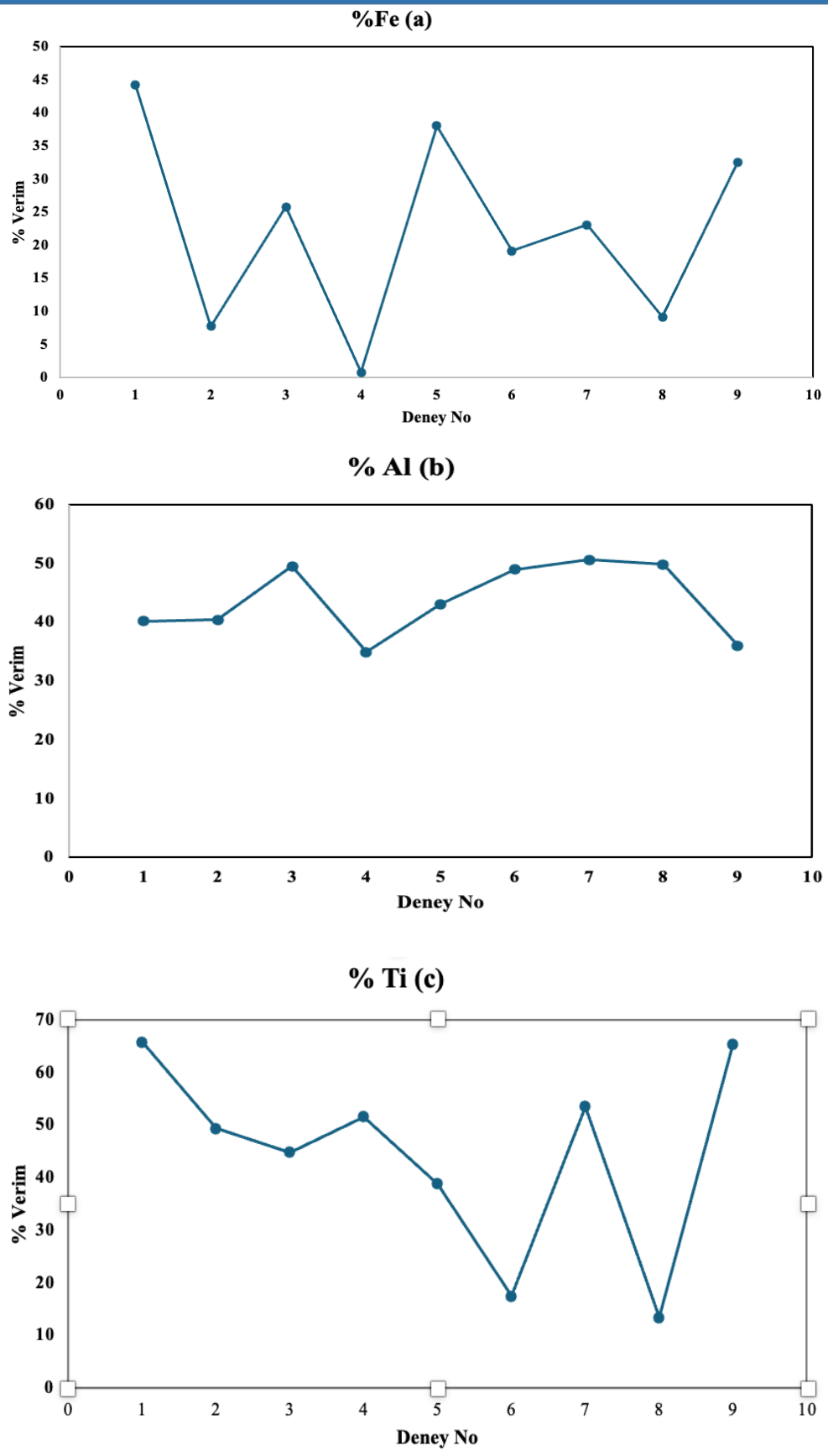
Şekil 2. Kuvarsit numunesine ait (a) SEM görüntüsü ve (b) EDS spektrumu.

2.2. Metod

Çözündürme işlemi, ısıtıcılı manyetik karıştırıcı üzerinde **kapalı 250 ml cam beherler** içerisinde 100 ml çalışma hacminde gerçekleştirilmiştir. Deneylerde **karıştırma hızı 800 dev/dk, katı oranı %10** ve **tane boyutu −106 µm** sabit parametreler olarak belirlenmiştir. **Oksalik asit konsantrasyonu, sıcaklık, liç süresi ve H_2O_2 ilavesi** ise değişken parametreler olarak seçilmiştir. Oksalik asit çözeltisi behere eklendikten sonra, **karıştırma hızının sabit tutulduğu sistemde çözeltinin hedef sıcaklığa ulaşması beklenmiş**, sıcaklık istenen değere ulaştığında **numune** behere ilave edilerek liç işlemi başlatılmıştır. Hidrojen peroksitin liç verimine etkisini değerlendirmek amacıyla, ilgili deney setlerinde çözeltiye **2 mL H_2O_2** eklenmiştir. Liç süresi tamamlandığında katı-sıvı faz ayrımı **kaba filtre kâğıdı** kullanılarak yapılmış ve elde edilen katı liç kalıntıları **sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutulmuştur**. Kurutulan kalıntılar tartılarak kayıt altına alınmış ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan deney dizaynı Tablo 2'de görülmektedir. Cevherin ve liç kalıntılarının kimyasal içerikleri Minipal 4 Panalytical marka XRF cihazı ile belirlenmiştir.

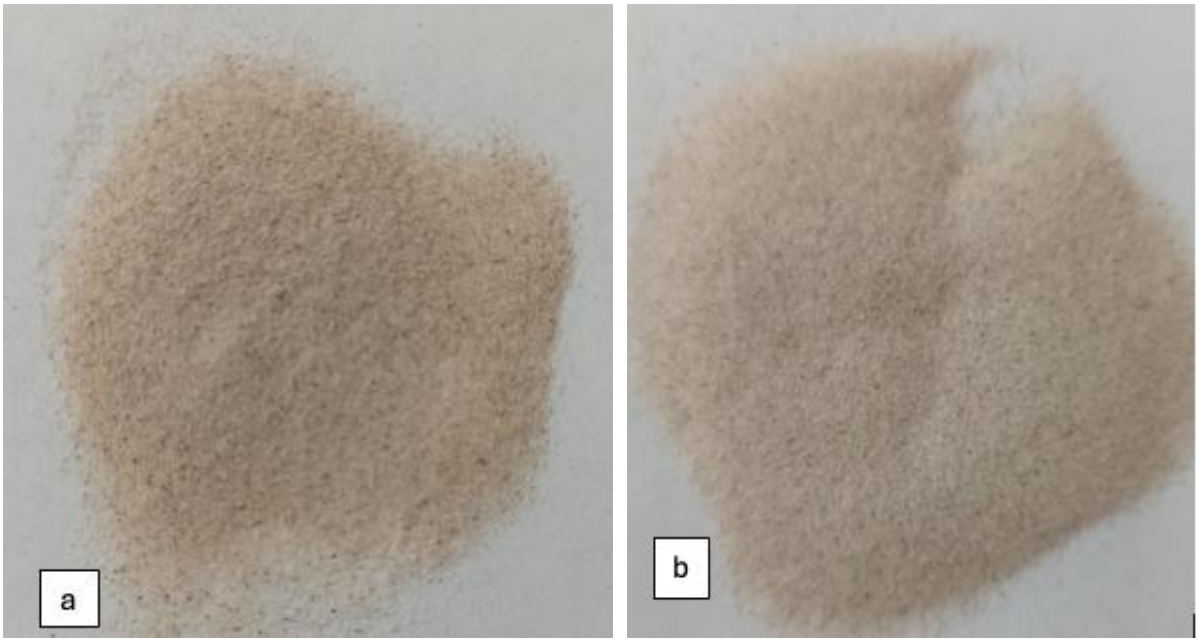
Tablo 2. Oksalik asit liçi deney koşulları ve metal çözünme verimleri

Deney no	Oksalik Asit (M)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	H_2O_2 (ml)	% Fe Verim	% Al Verim	%Ti Verim
1	0,3	55	60	-	44,21	40,18	65,82
2	0,3	70	90	2	7,80	40,42	49,37
3	0,3	85	60	2	25,79	49,52	44,86
4	0,4	55	90	2	0,79	34,97	51,64
5	0,4	70	60	-	38,05	43,10	38,89
6	0,4	85	90	2	19,17	49,00	17,54
7	0,5	55	90	2	23,07	50,62	53,57
8	0,5	70	60	2	9,18	49,87	13,46
9	0,5	85	60	-	32,51	36,00	65,45



Şekil 3. Deney koşullarına göre (a) Fe, (b) Al ve (c) Ti çözünme verimleri.

Kuvarsit içerisindeki metalik safsızlıkların oksalik asit ve H_2O_2 kullanılarak kimyasal liç yöntemi ile uzaklaştırılması üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda liç süresi, sıcaklık, oksalik asit konsantrasyonu ve H_2O_2 ilavesinin safsızlık giderim verimine etkileri araştırılmıştır. Fe ve Ti için en yüksek giderim verimleri, 0,3 M oksalik asit, 55 °C sıcaklık, 60 dakika süre ve H_2O_2 ilavesiz deney koşullarında sırasıyla %44,21 ve %65,82 olarak belirlenmiştir. Al giderimi için ise optimum koşullar; 0,5 M oksalik asit, 55 °C sıcaklık, 90 dakika liç süresi ve 2 mL H_2O_2 ilavesi olup %50,62 giderim verimine ulaşılmıştır (Şekil 3). Bu sonuçlar doğrultusunda, Fe ve Ti çözünürlüğünün daha düşük oksalik asit konsantrasyonlarında ve kısa sürede arttığı, Al çözünürlüğü için ise daha yüksek asit konsantrasyonu ve daha uzun reaksiyon süresi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu durum, Al'in kuvarsit matrisine daha güçlü bağlanması ile ilişkilendirilebilir. Kimyasal liç işlemi sonrasında kuvarsit numunesinin makroskobik görünümünde belirgin bir renk açılması ve yüzey saflığında artış gözlenmiştir (Şekil 4). Bu durum, özellikle demirli safsızlıkların liç işlemi sırasında ortamdan uzaklaştırıldığını göstermektedir.



Şekil 4. Kuvarsit numunesi kimyasal liç öncesi (a) ve sonrası (b)

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, oksalik asidin metal oksitleri çözmede hem şelasyon hem de indirgen çözünme mekanizmasıyla etkili rol oynadığını göstermektedir. Oksalik asit, Fe(III) içeren fazları Fe(II)'ye indirgerken aynı zamanda kararlı oksalat kompleksleri oluşturarak çözünürlüğü artırmaktadır (Kim ve ark., 2022). Ancak ortama H_2O_2 ilave edildiğinde Fe(II), yeniden Fe(III)'e oksitlenmekte ve çözünebilir demir-oksalat türleri yerine çökelme eğilimi yüksek Fe(III) hidroksit/oksit fazları oluşmaktadır. Bu nedenle H_2O_2 ilaveli deneylerde Fe

çözünme verimi düşmüştür (Alkan ve ark., 2018). Buna karşılık Al ve Ti oksitleri yalnızca şelasyon mekanizması ile çözünebilmektedir ve oksidasyon reaksiyonlarından etkilenmedikleri için çözünmeleri devam etmektedir (Nicol, 2020). Bu durum, oksalik asit–H_2O_2 sisteminin **seçici liç** potansiyelini ortaya koymakta ve bulguların literatürde rapor edilen mekanizmalarla uyumlu olduğunu göstermektedir (Turan ve ark., 2020).

Elde edilen bulgulara göre cam kumu numunesinde Fe_2O_3 %1,21 den % 0,681'e, Al_2O_3 %5,8 den %3,01'e ve TiO_2 %0,993'den %0,39'a düşürülerek oksalik asidin etkili olduğunu bildiren önceki çalışmalardan Suratman (2015), Fe içeriğini %1,44'ten %0,243'e; Bayat ve ark., (2004), oksalik asit ile 80 °C'de gerçekleştirilen 90 dakikalık liç sonunda Fe içeriğini %0,1'den %0,01'e, Çetinkaya (2025) çalışmasında Fe_2O_3 oranı %0,65'ten %0,22'ye; Al_2O_3 oranı ise %0,75'ten %0,35 düşürülmesi ile uyumludur. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan kimyasal liç yönteminin uygulanabilirliğini ve endüstriyel ölçekte cam hammaddesi safsızlık gideriminde değerlendirilebileceğini göstermektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Hatay bölgesinden temin edilen kuvarsit numunesindeki metalik safsızlıkların oksalik asit ile kimyasal liç yöntemi kullanılarak uzaklaştırılması araştırılmıştır. Deneysel çalışmalarda liç süresi, sıcaklık, oksalik asit konsantrasyonu ve H_2O_2 ilavesi değişken parametreler olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, oksalik asidin demir, alüminyum ve titanyum gibi metal oksitlerin çözünmesinde etkili bir reaktif olduğunu göstermiştir. Özellikle Fe ve Ti için en yüksek giderim verimleri 0,3 M oksalik asit, 55 °C sıcaklık, 60 dakika liç süresi ve H_2O_2 ilavesiz koşullarda sırasıyla %44,21 ve %65,82 olarak elde edilmiştir. Al giderimi için en uygun koşullar ise 0,5 M oksalik asit, 55 °C sıcaklık, 90 dakika süre ve 2 mL H_2O_2 ilavesi olup %50,62 giderim verimine ulaşılmıştır.

Liç işlemi sonrasında numunedeki Fe_2O_3 %1,21 den % 0,681'e Al_2O_3 %5,8 den %3,01'e ve TiO_2 %0,993'den %0,39'a gerileyerek kayda değer bir azalma sağlanmış; böylece kuvarsitin saflık seviyesi (SiO_2 % 88,6'dan %93,5'e) artırılmıştır. Bu çalışma, oksalik asit liçinin cam endüstrisi ön zenginleştirme proseslerinde uygulanabilir bir çözüm sunduğunu göstermektedir; çok aşamalı kimyasal/biyokimyasal yaklaşımlarla birlikte kullanımı ise yüksek saflık gereksinimlerinin karşılanmasına katkı sağlayacaktır.

Ancak oksalik asit kullanımının bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Kimyasal reaktif tüketimi, sıcaklık gereksinimi ve proses sonrası atık çözelti yönetimi, biyoliç yöntemine kıyasla dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle daha çevreci ve düşük maliyetli alternatifler ile hibrit yaklaşımların değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Alkan, G., Yagmurlu, B., Cakmakoglu, S., Hertel, T., Kaya, Ş., Gronen, L., Stopić, S., & Friedrich, B. (2018). Novel Approach for Enhanced Scandium and Titanium Leaching Efficiency from Bauxite Residue with Suppressed Silica Gel Formation. *Scientific Reports*, 8. https://doi.org/10.1038/s41598-018-24077-9.

Banihashemi, F., Ibrahim, A. F. M., Babaluo, A. A., & Lin, J. Y. S. (2019).
Template-free synthesis of highly b-oriented MFI-type zeolite thin films by seeded secondary growth. *Angewandte Chemie International Edition*, 58(8), 2519–2523. https://doi.org/10.1002/anie.201814248

Cheng, J., Xiao, Z., Yang, K., & Wu, H. (2013).
Viscosity, fragility and structure of Na2O–CaO–Al2O3–SiO2 glasses of increasing Al/Si ratio. *Ceramics International*, 39(4), 4055–4062.

Cotai, A., Marinca, T. F., & Popa, F. (2018).
Fe_2O_3 hematite quantity increase in quartz sand by heat treatments. In *Powder Metallurgy and Advanced Materials* (Vol. 8, pp. 105–114). Materials Research Forum LLC.

Çetinkaya, Z., (2025). Eco-Friendly Purification of Quartzite Using Aspergillus niger and Oxalic Acid: A Comparative Leaching Study. Geomicrobiology *Journal An International Journal Of Geomicrobiology And Microbial Biogeochemistry* , vol.1, no.1, 1-12.

Donald C. (1971). Speciality Sand Resources of Indiana. *Indiana Geological Survey Bulletin* 42, 30.

Du, F., Li, J., Li, X., Zhang, Z., (2011). Improvement of Iron Removal from Silica Sand Using Ultrasound Assisted Oxalic Acid. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 389-393.

Haus R, Prinz S, Priess C (2012) Assessment of high purity quartz resources. In: Götze J, Möckel R (eds) Quartz: deposits, mineral-ogy and analytics. S*pringer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg*, pp 29–51. https:// doi. org/ 10. 1007/ 978-3- 642- 22161-3_2

Kadyrova ZR. (2023). Refractory materials for construction based on quartzite, *Mechanics and Technology/Scientific journal* 1(79):18-23.

Kim, H., Park, J., Lee, S., Oh, W., Kim, J., Kim, C., & Lee, B. (2022). Kinetics of Reductive Dissolution of a Magnetite Specimen Using Oxalic Acid. *Processes*. https://doi.org/10.3390/pr10040696.

Lee, S. O., Tran, T., Jung, B.H., Kim, S.J., Kim, M.J., (2007). Dissolution of Iron Oxide Using Oxalic Acid. Hydrometallurgy, 87, 91-99.

Legemza J, Findorák R, Buľko B, Briančin J. (2021). New approach in research of quartzes and quartzites for ferroalloys and silicon production, *Metals* 11(4):670.

Lin M, Liu Z, Wei Y, Liu B, Meng Y, Qiu H, Lei S, Zhang X, Li Y (2020) A critical review on the mineralogy and processing for high-grade quartz. *Min Metall Explor* 37(5):1627–1639. https:// doi. org/ 10. 1007/ s42461- 020- 00247-0

Mihajlović SR, Sekulić ŽT, Stojanović JN, Kašić VD, Sokić MD, Blagojev MS. (2019). Investigations of quartz raw materials from the locality of Rekovac municipality, *Hemijska industrija* 73(4):265-274.

Mohammed M, Güler T, Polat E, .etin N, Kuşcu . (2019) Quartz bleaching by oxalic acid: relationship between rejection rate of impurities and color response. *Türkiye 26 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi.* http:// acike risim. mu. edu. tr/ xmlui/ handle/ 20. 500. 12809/ 6339.

Nicol, M. (2020). The role and use of hydrogen peroxide as an oxidant in the leaching of minerals. 1. acid solutions. *Hydrometallurgy,* 194, 105328. https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105328.

Santos, M. F. M., Fujiwara, E., Schenkel, E. A., Enzweiler, J., & Suzuki, C. K. (2015).
Processing of quartz lumps rejected by silicon industry to obtain a raw material for silica glass. *International Journal of Mineral Processing*, 135, 65–70. https://doi.org/10.1016/j.minpro.2015.02.002

Suratman, S. (2015). Removal of metallic impurities from quartz sand using oxalic acid. *Indonesian Mining Journal*, 18(3), 133–141.

Taxiarchou, M., Panias, D., Douni, I., Paspaliaris, I., & Kontopoulos, A. (1997).
Removal of iron from silica sand by leaching with oxalic acid. *Hydrometallurgy*, 46(1), 215–227. https://doi.org/10.1016/S0304-386X(97)00015-7

Turan, M., Sarı, Z., & Erdemoğlu, M. (2020). Copper Enrichment in Solid with Selective Reverse Leaching with Oxalic Acid. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 6, 428 - 436. https://doi.org/10.1007/s40831-020-00286-3.

Ubaldini, S., Piga, L., Fornari, P., & Massidda, R. (1996). Removal of iron from quartz sands: A study by column leaching using a complete factorial design. *Hydrometallurgy*, 40, 369–379.

Vatalis, K. I., Charalampides, G., Platias, S., & Benetis, N. P. (2014). Market developments and industrial innovative applications of high purity quartz. *Procedia Economics and Finance*, 14, 624–633. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00751-5

Veglio, F., Passariello, B., & Abbruzzese, C. (1999). Iron removal process for high purity silica sands production by oxalic acid leaching. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 38(11), 4443–4448.

KULLANICI ÜZERİNDEKİ FİZİKSEL VE RUHSAL ETKİ ÖLÇEĞİNDE CEZA YARGILAMASINDA DURUŞMA SALONLARI İÇİN MODEL ÖNERİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Merve BULDAÇ[1]
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü
ORCID: 0000-0001-8390-0175
B. Burak KAPTAN
Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi İç Mimarlık Bölümü
ORCID: 0000-0002-4629-3297

ÖZET

İç mekân denilen olgu, insanoğlunun var olduğu andan itibaren barınma gereksinimiyle ortaya çıkmış ve zaman içerisinde işlevsel ve estetik değerler de eklenerek, kullanıcı-iç mekân arasındaki ilişki daha farklı bir boyuta taşınmıştır. Kullanıcıların temel gereksinimlerini karşılayabildikleri yaşam alanları dışında çeşitli eylemlerini gerçekleştirdikleri, zamanlarını geçirdikleri hacimler de bu ilişkide yerini almaya başlamıştır. Bu yaklaşım da, kişiye ya da kamuya hizmet eden konut, otel, restoran, hastane, mağaza vb. farklı ölçeklerde mekânların tasarlanmasına neden olmuştur. Çalışma kapsamında incelenen adalet mekânları da kamuya hizmet eden önemli mimari unsurlar arasında yer almaktadırlar. İç mekân kavramının, çeşitli disiplinlerle iletişim halinde olduğu gibi hukuk disipliniyle de ilişki ve iletişim halinde olduğunu söylemek mümkündür.

Bu çalışmada, hukuk sistemlerinden (Anglo-Sakson ve Kara Avrupası), Kara Avrupası hukuk sistemini benimsemiş olan Türk hukuk sistemi ve ceza yargılamalarında duruşma salonlarının mekânsal organizasyonları üzerinden bir değerlendirme yapılması ve nitel araştırma tekniklerinden "stapel" ölçeğine uygun hazırlanmış anket çalışması neticesinde kullanıcı geri bildirimleriyle, salonların olumlu-olumsuz yönlerinin ortaya konması ve bu doğrultuda örnek bir model geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın örneklemini Türkiye oluşturmakta olup, ilgili kurumdan alınan etik kurul izniyle birlikte anket çalışması, Bursa, İstanbul ve Eskişehir illerinde bulunan Adalet Sarayları içinde yer alan duruşma salonları ile sınırlandırılmıştır. Ortaya konan sonuç ürünün/tasarım önerisinin; hem hukuk disiplininde tasarımın önemi üzerine bir farkındalık yaratması hem de literatüre önemli katkı sağlaması düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: İç mekân, Hukuk sistemleri, Türk hukuk sistemi, Ceza yargılamasında duruşma salonları, Stapel ölçeği.

[1] Bu çalışma "Ceza Yargılamalarında Duruşma Salonlarının Fiziksel ve Ruhsal Değerler Açısından İrdelenmesi ve Türkiye İçin Bir Tasarım Önerisi" isimli sanatta yeterlik tezinden üretilmiştir.

MODEL PROPOSAL FOR COURTROOMS IN CRIMINAL TRIAL ON THE SCALE OF PHYSICAL AND MENTAL IMPACT ON THE USER: THE EXAMPLE OF TURKEY

ABSTRACT

The phenomenon called interior space has emerged with the need for shelter since the existence of human beings, and by adding functional and aesthetic values over time, the relationship between the user and the interior space has been moved to a different dimension. Apart from living spaces where users can meet their basic needs, the volumes where they perform various actions and spend their time have also begun to take their place in this relationship. In this approach, housing, hotel, restaurant, hospital, store, etc. serving the individual or the public. has led to the design of spaces of different scales. The spaces of justice examined within the scope of the study are also among the important architectural elements that serve the public. It is possible to say that the concept of interior is in contact and in communication with the discipline of law, as it is in communication with various disciplines.

In this study, an evaluation was made on the spatial organization of the courtrooms in the Turkish legal system and criminal proceedings, which adopted the Continental European legal system, from the legal systems (Anglo-Saxon and Continental Europe) and user feedback as a result of a questionnaire study prepared in accordance with the "stapel" scale, one of the qualitative research techniques. It is aimed to reveal the positive and negative aspects of the halls and to develop an exemplary model in this direction. The sample of the study is Turkey, and with the permission of the ethics committee from the relevant institution, the survey study was limited to the courtrooms located in the Palaces of Justice in Bursa, Istanbul and Eskişehir. The resulting product/design proposal; It is thought that it will both create an awareness on the importance of design in the discipline of law and make an important contribution to the literature.

Keywords: Interior, Legal systems, Turkish legal system, Courtrooms in the criminal trial, Stapel scale.

1. GİRİŞ

Yaşamla ilgili her türlü eylemin içinde mekân/iç mekân kavramları süreklilik göstermiş göstermeye devam etmektedir. Temel gereksinimlere cevap vermekle başlayan bu olgu, zamanla artan malzeme çeşitliliği, yapım teknikleri-yöntemleri ve teknolojideki ilerlemeler ve yeniliklerle birlikte insanlarda farklı beklentiler doğurmuştur. Bu beklentiler beraberinde mekân/iç mekân–kullanıcı arasındaki iletişimin de zamanla değişiklik göstermesine neden

olmuştur. Bu bağlamda içmimarlık mesleği, dünyada sürekli değişim ve gelişim gösteren bir disiplin haline gelmeye başlamıştır. İç (*interior*) olarak nitelendirilen her hacim, içmimarlar tarafından kullanıcı-iç mekân beraberliği çerçevesinde gereksinim, istek ve beğeniler doğrultusunda en doğru çözümlerle tasarlanmaya başlanmıştır. Bunu yaparken mekâna katkı sağlayan estetik öğeleri de göz ardı etmemek gerekmektedir. Dolayısıyla içmimarlar, mimarlar ve tasarımcılar, tasarladıkları iç/dış mekânların nitelik ve işlevlerine estetik öğeleri de dâhil ederek, bu mekânlar için bir kimlik oluşturmalıdırlar.

Temel gereksinimlerden biri olan barınma dışında iç mekân algısı, insanların zaman geçirdikleri özel ya da kamusal her alanı kapsayan bir durum haline gelmiştir. Özellikle çalışmanın örneklem alanında da inceleneceği üzere, kamuya hizmet eden yapıların iç mekânları, toplumların nesiller boyunca sosyal, ticari, eğitimsel ve kültürel eylemlerini kapsayan sıradan ve sıra dışı olayların yaşandığı mekânlar olmuşlardır.

İç mekân olgusu her disiplinle ilişki kurabildiği gibi hukuk disipliniyle de iletişim kurmaktadır. Hukuk insanlara bir mesaj iletme arzusu taşırken; içmimarlık da kullanıcıya bir mesaj iletme arzusundadır. Buradan çıkışla, duruşma salonlarında mekân organizasyonu yapacak olan içmimar, salon kullanıcılarının (hâkim, savcı, kâtip, mübaşir, güvenlik, sanık, tanık, davacı, izleyici, jüri vb.) fizyolojik ve ruhsal değerlerini göz önünde bulundurarak buna uygun bir şekilde salonu tasarlaması gerekmektedir. Tasarım sürecinde önemli rol oynayacak iç mekân bileşenleri ve iç mekân estetik öğeleri doğru kullanıldığı sürece istenilen mesaj kullanıcı grubuna iletilmiş olacaktır.

Çalışmada nitel araştırma tekniği kullanılmıştır. Kullanılan yöntem ise kendi içinde literatür tarama, yerinde gözlem, ve stapel ölçeğinde hazırlanmış anket çalışması olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Çalışmanın örneklem alanı, Bursa, İstanbul ve Eskişehir olmak üzere üç il ile sınırlanmıştır. Türkiye'de yer alan ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonları incelendiği zaman tasarımsal bir takım sorunlardan dolayı her iki disiplinin birbiriyle iletişime doğru bir şekilde geçmedikleri gözlemlenmektedir. Bu durumu, büyük ölçüde üç guruba ayrılan nitel araştırma tekniklerinden; ilgili üniversitenin Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 23.01.2019 tarihli ve 118444 protokol numaralı kararıyla stapel ölçeğinde gerçekleştirilen anket verileri ortaya çıkarmaktadır. Elde edilen veriler neticesinde; içmimarlık disiplini çerçevesinde tasarlanmış hukuki mekânlarda fiziksel ve ruhsal koşulların, mekânsal organizasyonun gerçekleşmesi noktasında oldukça önem taşıdığını görmek mümkündür.

1.1. İçmimarlık 'da Mekân

İngilizcede *space* adı verilen mekân olgusunun tarihsel süreçte pek çok tanıma sahip olduğu görülmektedir. Aristoteles, bütün nesnelerin içinde bulunduğu genel yer ve doğrudan nesnelerin bulunduğu yer olarak ortak ve özel olmak üzere iki farklı tanım getirmiştir (Aristoteles, 1991). Platon ise "doğan her şeyin içinde oluşan mekânın nesneler için çok önemli bir yere sahip olduğunu, beslediğini ve bu özelliğinden dolayıdır ki mekân, her şeyi bir kap gibi içine almaktadır" şeklinde ifade etmektedir (Kılıç, 2011, 7-20-25). Heidegger ise, Greklerin *topos* ve *chora* yani "yer" ve "uzam" kavramlarını birbirinden ayırmaktadır. Bunu da şöyle ifade etmektedir; "yer sınırlı bir mekândır ve bu mekânı uzam içindeki bir cisim kaplamaktadır" (1964, aktaran, Örnek, 2015, 128). Rapoport (1987) ise, kullanıcıların, gereksinimleri ve mekândan beklentileri kapsamında çevreleri ile etkileşime geçtiklerini belirtmektedir. Bu etkileşim kültürel, fiziksel ve algısal değişkenlere bağlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir. Lefebvre'ye göre mekânın merkez noktası bedendir ve mekân, bedenle algılanır, yaşanılır ya da üretilir (2014, 180). Rasmussen (1994, 42) ise mekânı; "mimari olarak biçimlendirilmiş boşluk" olarak tanımlamakta ve boşluk kelimesini tercih etmektedir. Türk Dil Kurumu'na göre mekân "bulunulan yer, ev, yurt" olarak tanımlanmaktadır [URL-1]. Zevi (2015, 23) için mekân, "bizi çeviren üç boyutlu bir boşluktan öte dördüncü boyutun da eklemlenmesidir" şeklinde olup "binanın içinde yer değiştirirken, binaya farklı perspektiflerden bakan kişinin, bir anlamda dördüncü boyutu kendisi yaratarak mekâna bütünsel gerçekliğini kazandırmaktadır" şeklinde devam etmiştir. Kuban (2016, 15) ise mekânı şöyle tanımlamaktadır; "Mekânın biçimsel olduğu kadar insan yaşamına ilişkin özellikleri de içinde barındırması gerekmektedir".

1. "Yapı mekânı sınırlayan boşlukla oluşan bir olgudur".

2. "Mekân hareketle belirlenmektedir". Demirel'in (2004) de değindiği gibi, durağan mekân içinde canlı hareketlidir. Kuban bu hareketi yapı içerisinde sadece bir yerden bir yere gitmek değil, içeride var olan insanın bakışıyla yapı sınırlarına doğru uzanan görsel bir hareket olarak tanımlamaktadır.

3. "Mekân ışıkla var olmaktadır. Aydınlık, sınırlanan boşluğun niteliklerini görmeye olanak tanıması açısından önemlidir". Dolayısıyla, mekânın oluşumunda onun her yönden net anlatımlarla çevresinden sınırlandırılması gerekmemektedir. Bireyin ilişki ve eylemliliği, mekâna hareket ve zaman boyutunu da katmıştır. İçinde harcanan ya da değerlendirilen zamana ve hareketin yoğunluğuna göre mekân tasarımı farklılık göstermektedir. Amaç; zaman ve mekân içinde kullanıcının gerekli konfor ve rahatını sağlamak ve yaşayan(lar)ın o mekânla

olumlu iletişim kurmasına yardımcı olmaktır (Kaçar, 2007, 65). Bir iç mekânda konfor, kişi ile çevresi arasında doğrudan ilişki kurmaktadır.

Mekâna ve iç mekâna ilişkin yukarıda verilen farklı tanımlar kapsamında, mekân, fiziksel ve algısal olarak içerisinde var olunan, sınırları orada bulunan kişi ya da kişilerin izin verdiği kadar çizilen, yaşama dair önemli ipuçları veren, çeşitli eylemlerin gerçekleştiği bir alan olarak tanımlanabilir. Bu eylemlerle birlikte mekân ve içinde geçen yaşam bir aradalığını korumaktadır. Mekâna ait bir donatı, bir aksesuar, bir aydınlatma, hissedilen bir koku ya da bir ses kişinin geçmişten gelen bir anısının zihninde canlanmasına neden olabilir. Böylece, mekân ve kişi arasında bir tür alışveriş meydana gelebilmektedir. Her birey, mekân ve kabuk içinde hareketlerini ve iletişimini sürdürebilmek için, donatılara, işlevsel alanlara ve tanımlanmış mekânlara gereksinim duymaktadır denilebilir. İç mekânın oluşabilmesi ve söz edilen fiziksel örgütlenmelerin sağlanabilmesi için mekânı oluşturan kabuk;

1. Duvar 2. Döşeme 3. Kolon 4. Kiriş 5. Merdiven 6. Pencere 7. Kapı

olmak üzere yedi temel bileşenden meydana gelmektedir. Bu bileşenler iç ve dış arasındaki bağlantıyı sağlamada önemli rol oynamaktadırlar.

Tablo 1.1. İç mekânın fiziksel ve estetik yapılarını oluşturan bileşenler ve öğeler[2]

İç Mekânın Bileşenleri	Duvar Döşeme Kolon Kiriş Merdiven Pencere Kapı	**İç Mekânın Estetik Ögeleri**	Donatı Aksesuar Işık Malzeme Renk Doku/Tekstil
FİZİKSEL YAPI		**ESTETİK YAPI**	

Tablo 1.1'de de yer alanlar ışığında, iç mekân bileşenleri ve estetik öğeleri ile kullanıcının fiziksel ve ruhsal mekânı nasıl algıladığını, içmimarın ise bu kapsamda mekânı nasıl tasarlayıp, nasıl yaşanabilir hale getirdiğini anlayabilmek adına önemli ölçütler olarak değerlendirilebilirler. Çalışma kapsamında da inceleneceği üzere, bu bileşen ve öğelerin kararları, mekân-kullanıcı iletişiminin en etkili ve iyi görüldüğü duruşma salonları için de bir şablon oluşturması açısından önem taşımaktadırlar.

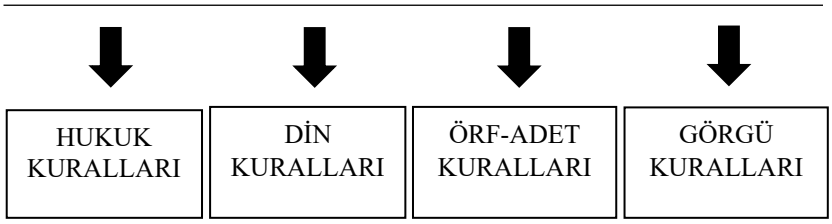
[2] Yazar tarafından oluşturulmuştur.

1. 2. Hukuk kavramı, Hukuk Sistemleri ve Türk Hukuk Sistemi

Hukuk kavramına pek çok hukukçu tarafından farklı tanımlar getirildiği görülmektedir. TDK, "toplumu düzenleyen ve devletin yaptırım gücünü belirleyen yasaların tümü" şeklinde hukuku tanımlarken [URL-1]; Adalet Bakanlığı Sözlüğü hukuku; "içtimai hayat nizamının muhafaza ve idamesi için cemiyet azası sıfatıyla fertlerle fertler, ya da cemiyetle fertler ya da muhtelif devletlerarasındaki münasebetleri tanzim eden usul ve kaideler" şeklinde tanımlamaktadır [URL-2]. Daha anlaşılır bir şekilde özetlemek gerekirse; toplumun yaşam düzeninin korunması ve devamı için birey ve devlet ya da devletlerarasındaki ilişkileri düzenleyen kurallar şeklinde tanımlanabilir.

MS. 533 yılında yürürlüğe girmiş olan Corpus Juris Civilis'de yer alan Ulpianus'un tanımında hukuk kavramı, "tanrısal ve beşeri olanın bilgisi, haklı ve haksızın bilimidir" şeklinde ifade edilmektedir (Işıktaç, 2001). Makineleşmenin yoğun olduğu bir dönemde yaşayan Fransız hukukçu Duguit, bu dönemin gereksinimine cevap verecek olan devlet ve hukuk anlayışını getirmiştir. Hukuku bilimsel bir şekilde ele alabilmek için biyolojiden yararlanarak bunun hukuka daha rahat adapte edilebileceğini savunmuştur (Öktem ve Türkbağ, 2014, 307). Adal (1985) ise hukuku, "insan varlığını ve insan topluluğunu düzenleyen ve devlet yaptırımıyla kuvvetlendirilmiş bulunan norm, kural, emir ve yasaklardan oluşan kuralların bir bütünü" olarak tanımlarken; Gözler (2008, 2) hukuku, "hukuk kurallarından oluşmuş bir düzen, hukuk kurallarını ise devletin yetkili organları tarafından konulan, insan davranışlarını düzenleyen ve cebir[3] ile müeyyidelendirilmiş[4] davranış kuralları" olarak yorumlamıştır.

TOPLUMSAL KURALLAR ŞEMASI



Şekil 1.1. Toplumsal Kurallar Şeması[5]

Toplumsal düzeni sağlayan din, örf adet, görgü ve hukuk gibi kurallar, insanların uymaları gereken bir takım emir ve yasakları kapsamaktadırlar (Şekil 1.1). Bu emir ve yasakların uygulandığı hukuk sistemine ya da sistemlerine gereksinim duyulmaktadır.

[3] **Cebir:** Zor, zorlayış [URL-4].
[4] **Müeyyide:** Yaptırım [URL-4].
[5] Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Dünyada Anglo–Sakson ve Kara Avrupa olmak üzere iki çeşit hukuk sistemi kullanılmaktadır. Anglo-Sakson hukuk sistemi İngiltere'de doğmuş, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avustralya gibi birçok ülkede uygulanmaya başlanmıştır. Anglo-Sakson hukuku bağlantılı oldukları yasalara değil, örnek olay gruplarına ve bunların konu edinildiği yargı kararlarına dayanmaktadır. Kara Avrupa hukuk sisteminin kökenleri ise Roma hukukuna dayandırılmaktadır. Roma hukukunda yer alan metinleri kullanan Avrupa ülkeleri (Fransa, Almanya, İtalya, İsviçre, ispanya vb.) birlikte ortak bir hukuk temelinin oluşmasını sağlamış ve gelişme göstermiştir (Güveyi, 2017, 103). Cumhuriyet döneminde yapılan hukuk reformuyla birlikte Türk hukuk sistemi de bu sisteme dâhil olmuştur.

Tablo 1.2. Kara Avrupa ve Anglo-Sakson Hukuk Sistemleri Özellikleri[6]

Kara Avrupa Hukuk Sistemi Özellikleri	Anglo-Sakson Hukuk Sistemi Özellikleri
Tedvin edilmiştir[7]	Tedvin edilmemiştir
Yazılıdır	Örf, adet, hukukun asli kaynakları arasında yer alır
İçtihadı[8] nitelikte değildir	İçtihadı niteliktedir
Özel hukuk-Kamu hukuku ayrımı vardır	Kamu hukuku-Özel hukuk ayrımı yoktur
Yargı ayrılığı vardır	Yargı birliği ilkesi geçerlidir

Her iki hukuk sistemi de idarenin yargısal denetimi, hukuk devleti ilkesine dayanmaktadır. Bu sistemler de öncelikler ve ilkeler doğrultusunda oluşmuştur. Türk hukuk sistemi Kara Avrupası hukuk sisteminde bahsedilen tüm özellikleri uygulamaktadır. Tablo 2'de de bahsedildiği üzere Türk hukuk sistemi tedvin edilmiş bir hukuktur; yazılıdır, içtihadı nitelikte değildir, özel hukuk-kamu hukuku ayrımı vardır ve yargı ayrılığı sistemi geçerlidir (Gözler, 2008, 8). Türkiye de dâhil olmak üzere her ülke, özelliklerine, önceliklerine ve ilkelerine göre, yer aldığı sistem içerisinde geçmişten bugüne hukuki varlıklarını sürdürmektedirler.

1.3. Ceza Hukukunda Duruşma Salonları Mekânsal Düzenlemesi

Tasarım ve hukuk disiplinleri arasında ortak bir bağ her zaman var olmuştur. Hukuk ve mimari arasında doğal bir tür ortaklık vardır ve her iki disiplin de bir mesaj iletmek amacındadır (Branco, 2010, 7-10). Supiot'da (2005'den aktaran Kopuz, 2015, 391) Branco'nun yorumuna benzer bir şekilde hukuk ve mimarinin aralarında iletişim kurduklarını, mekânlar yarattıklarını ve eylemler düzenlediklerini belirtmektedir. Bu ifadelerden çıkışla içmimarlık disiplini

[6] Yazar tarafından oluşturulmuştur.
[7] **Tedvin:** Yazısız halde bulunan kuralların, yazılı hale getirilip derlenip yasalarda toplanması anlamına gelmektedir. [URL-5].
[8] **İçtihadı:** Örnek alınan mahkeme kararı [URL-5].

çerçevesinde bir değerlendirme yapıldığında tasarlanmış hukuki mekânlarda, mekânsal düzenlemeler ve fiziksel koşullar oldukça önem göstermektedir. Tarihsel sürece bakıldığı zaman geçmişten (Sümer, Asur, Antik Yunan, Roma) bugüne kadar tüm yargılamalar bir mekân kurgusu içinde gerçekleşmiştir.

Bacak (2015, 268), zamanla ortaya çıkan teknolojik gelişmeler ve artan malzeme ve yapım teknikleri sayesinde duruşma salonları tasarımları yeniden kurgulanmalı, salon kullanıcılarını hem fiziksel hem de ruhsal anlamda rahat hissettirecek mekânlar yaratılması gerektiğini ifade etmektedir. Mekânın kullanıcıları duruşma salonlarını kendilerini yabancı hissetmeden, kendilerine hizmet eden bir yer olarak düşünmeli ve hukukun kendisine hizmet eden bir yer olduğundan şüphe etmemelidirler (Elveriş, vd., 2008, 4). Duruşma salonlarının insanlarda yarattığı fiziksel ve ruhsal etkileri üzerine yapılan araştırmalar;

- Doğal ışığa ve diğer sağlıklı özelliklerin erişimine sahip duruşma salonlarının daha iyi deneme sonuçları ürettiğini,
- İnsanların kendilerini daha rahat hissetmelerini,
- Davada işlenen konuya daha fazla yoğunlaşmalarını ve karar sürecinin daha sağlıklı hale getirdiğini göstermektedir [URL-3].

Duruşma salonları tasarımında tasarımcının ana hedefi olan kullanıcı gereksinim, istek ve beğenisinin tasarıma kaynak oluşturması gibi, mekânsal düzenlemede de önemli role sahip olduğu unutulmamalıdır. Tasarım süresince *duvar, döşeme, kolon, kiriş, kapı, pencere, merdiven* gibi iç mekân bileşenleriyle; *aydınlatma, renk, malzeme, ışık, doku/tekstil* gibi iç mekân estetik öğelerinin kullanım şekillerine ve derecelerine özen gösterilmesi gereken en önemli mekânlardan biridir.

Özellikle çalışma kapsamında da belirtildiği üzere; ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonlarının kullanıcı profili, salonda işlenen konu(lar) itibariyle diğer duruşma salonlarına göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla göz önünde bulundurularak diğer duruşma salonlarına göre mekânsal organizasyonunun daha bilinçli ve özenli yapılması gerekmektedir. Burada önemle üzerinde durulması gereken nokta; salonun, taşıdığı somut değerler dışında, kişi üzerinde bıraktığı duygu yapılanışıdır. Çalışmanın örneklem alanını oluşturan Türkiye'de ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonlarında salon kullanıcılarını;

- Hâkim(ler),
- Kâtip,
- Cumhuriyet savcısı,
- Savunma avukatı,

- Sanık,
- Tanık,
- Davalı,
- İzleyici,
- Güvenlik güçleri,
- Mübaşir

oluşturmaktadır. Salonların, tüm bu kullanıcılarla birlikte dava sürecinin sağlıklı geçmesi ve kendilerini rahat hissettikleri ve rahat ifade edebildikleri mekânlar olarak tasarlanmaları, hem hukukçuların hem de içmimarların, mimarların ve tasarımcıların da birincil farkındalıkları arasında yer alması gerekmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma nitel araştırma yöntemine bağlı kalınarak yapılmıştır. Olayları yakından izlemek ve katılımcı bir tavır sergilemek üzere yerinde gözlem ve ilgili üniversitenin Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 23.01.2019 tarihli ve 118444 protokol numaralı kararıyla, stapel ölçeğine uygun olarak hazırlanan anket ve veri toplama yöntemlerinin kullanılması, olayların gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik bir sürecin izlenmesinden dolayı seçilmiştir.

Örneklem alanını oluşturan İstanbul, Bursa ve Eskişehir (Şekil 2.1-2.2-2.3) illerinde bulunan adliye sarayları içinde ceza yargılamalarının gerçekleştiği duruşma salonları kullanıcılarıyla yapılan anket çalışması, daha önce Havacılık ve Uzay Psikolojisi Derneği (HUPDER) tarafından, içinde bulunulan alanda (havalimanı / alışveriş merkezi) kişi algısı, hissedişleri ve taleplerinin ölçülmesi için düzenlenen araştırmadan uyarlanmıştır. Bu çalışmada duruşma salonu-kullanıcı ilişkisini bazı değişkenler (demografik bilgiler, ruhsal etki ve fiziksel etki) açısından değerlendirilmek üzere anket kullanılmıştır. 129 kişiyle gerçekleştirilen ölçme aracı (demografik bilgilerle başlayan ankette yer alan ilk soru 1 olarak kodlanmış ve ilk sorudan itibaren toplam 35 soru yer almaktadır) üç bölümden oluşmaktadır (Tablo 2.1);

Tablo 2.1. Anket Soruları

Demografik Bilgiler				
Yaş	Cinsiyet	Meslek	İl	Binada geçirilen zaman

Ruhsal etki ölçeği

□ HİÇ
□ BİRAZ
□ ÇOK
□ TAMAMİYLE

6. Duruşma salonundayken sakinim
□□□□
7. Duruşma salonunda kendimi emniyette hissediyorum
□□□□
8. Duruşma salonundayken gergin hissediyorum
□□□□
9. Duruşma salonundayken huzur içinde oluyorum
□□□□
10. Duruşma salonundayken hiç keyfim olmuyor
□□□□
11. Duruşma salonundayken kendimi dinlenmiş hissediyorum
□□□□
12. Duruşma salonundayken kaygılıyım
□□□□
13. Duruşma salonundayken kendimi rahat hissediyorum
□□□□
14. Duruşma salonundayken kendime güveniyorum
□□□□
15. Duruşma salonundayken sinirli oluyorum
□□□□
16. Duruşma salonundayken kendimi rahatlamış hissediyorum
□□□□
17. Bu binada halimden memnunum
□□□□
18. Duruşma salonundayken endişeli hissediyorum
□□□□
19. Duruşma salonundayken mutlu oluyorum
□□□□
20. Duruşma salonundayken keyfim yerinde oluyor
□□□□

Fiziksel etki ölçeği
21. İçinde bulunduğunuz salonunun konumu iyi planlanmış mı? ( ) Evet ( ) Hayır 22. İçinde bulunduğunuz salonunun işlevsel olduğunu düşünüyor musunuz? ( ) Evet ( ) Hayır 23. İçinde bulunduğunuz salonun modern bir görünüşü olduğunu düşünüyor musunuz? ( ) Evet ( ) Hayır 24. İçinde bulunduğunuz salonun tasarımının sıkıcı olduğunu düşünüyor musunuz? ( ) Evet ( ) Hayır 25. İçinde bulunduğunuz salon yeterli büyüklükte mi? ( ) Evet ( ) Hayır 26. İçinde bulunduğunuz salonunun ferah olduğunu düşünüyor musunuz? ( ) Evet ( ) Hayır 27. İçinde bulunduğunuz salonunda kullanılan renkler sizi rahatsız ediyor mu? ( ) Evet ( ) Hayır 28. İçinde bulunduğunuz salonda kullanılan oturma ögelerini ergonomik/rahat buluyor musunuz? ( ) Evet ( ) Hayır 29. İçinde bulunduğunuz salonun aydınlatması yeterli mi? ( ) Evet ( ) Hayır 30. İçinde bulunduğunuz salonun ısı düzeyi uygun mu? ( ) Evet ( ) Hayır 31. İçinde bulunduğunuz salonda ses rahatlıkla duyuluyor mu? ( ) Evet ( ) Hayır 32. İçinde bulunduğunuz salonun havalandırması yeterli mi? ( ) Evet ( ) Hayır 33. Salon kullanıcılarının salon içerisinde doğru konumlandırıldığını düşünüyor musunuz? Cevabınız "Hayır" ise nedenini kısaca belirtiniz. • Hâkim ( ) Evet ( ) Hayır • Savcı ( ) Evet ( ) Hayır • Müdafi Avukatı ( ) Evet ( ) Hayır • İzleyici ( ) Evet ( ) Hayır • Sanık ( ) Evet ( ) Hayır • Tanık ( ) Evet ( ) Hayır • Mağdur ( ) Evet ( ) Hayır • Kâtip ( ) Evet ( ) Hayır 34. İçinde bulunduğunuz salonda mübaşir için ayrılmış bir alan var mı? ( ) Evet ( ) Hayır 35. Sanık yanında oturan Jandarma ya da polis memurlarının duruşma esnasında sanık üzerinde; ( ) Çok baskı yaptıklarını düşünüyorum ( ) Az da olsa baskı yaptıklarını düşünüyorum ( ) Baskı yapmadıklarını düşünüyorum

Ölçülmesi amaçlanan bu değişkenler açısından salon kullanıcılarının görüşleri incelenmiş ve yorumlanmıştır. Stapel ölçeğine uygun olarak salon kullanıcılarına yönelik hazırlanmış anket verilerinin sonuçlarının IBM Statistical Package for Social Sciences – version 24 (SPSS v. 24) isimli istatistik programında veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz olarak kullanılan tanımlayıcı değerler hesaplanarak tablolar halinde raporlanmıştır. Stapel ölçeği özelliğini taşıyan anket soruları gruplama özelliğiyle analize tabi tutulmuştur. Sorular arasında sadece "yaş" ölçek (scale) grubunda analiz edilmiş olup, "meslek", "cinsiyet", "bulunduğunuz il" soruları nominal özellik taşıyan sorular grubuna girmektedirler. Diğer sorular ise ordinal özellik taşımaktadırlar. SPSS analizi yapılırken soruların ölçümlerinde bu özellikler temel alınarak frekans tabloları çıkarılmıştır. 129 kişiyle gerçekleştirilen ankette kayıp değer taşıyan (missing

value) her hangi bir cevaba rastlanmamıştır. Ordinal sorular üzerinden güvenilirlik analizi yapıldığında "Cronbach's Alpha" Katsayısı 0,743 çıkmakta ve bu kabul edilebilir değer olarak anketin güvenilirliğini göstermektedir.

2.1. Veri Toplama Araçlarıyla Ortaya Çıkan Analiz Sonuçları

Anket çalışması sonucu IBM SPSS v. 24 isimli istatistik programıyla çıkarılan frekans analiz tabloları, katılımcıların demografik bilgilerinin analizi (5), katılımcıların ruhsal değerler açısından hazırlanmış on beş (15) soruya verdikleri cevapların analizi, katılımcıların fiziksel değerler açısından hazırlanmış on beş (15) soruya verdikleri cevapların analizi şeklinde üç grup halinde incelenmiştir.

Grup 1 kapsamında analiz edilmiş demografik bilgiler sırasıyla *yaş, cinsiyet, meslek, şehir ve adliye binasında geçirilen sürelerin* ayrı ayrı frekans analizleri çıkarılmış ve sırasıyla;

Tablo 2.2. Demografik Bilgi Frekans Analizleri

Yaş	Sıklık	Yüzde %	Geçerli yüzde %	Kümülatif yüzde %
28,00	11	8,5	8,5	26,4
41,00	11	8,5	8,5	79,8
23 ile 68 yaş aralığının çıktığı tabloda 28 - 41 yaş arası kullanıcı gruplarının yoğun olarak adliye binasını ve duruşma salonlarını kullandıkları tespit edilmiştir.				
Cinsiyet				
Kadın	62	48,1	48,1	48,1
Erkek	67	51,9	51,9	100,0
Meslek				
Avukat	31	24,0	24,0	38,0
İzleyici	32	24,8	24,8	79,1
Şehir				
İstanbul	43	33,3	33,3	33,3
Bursa	52	40,3	40,3	73,6
Eskişehir	34	26,4	26,4	100,0
Binada geçirilen zaman				
1 saatten az	43	33,3	33,3	33,3
3 saatten fazla	47	36,4	36,4	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Frekans tablosunda salon kullanıcılarından avukat (%24,0) ve izleyici (24,8) gruplarının yüzdelerinin diğer meslek gruplarına oranla daha yüksek çıktığı görülmüştür. Kalan %51,2'lik

kısım ise diğer kullanıcılar arasında dağılmıştır. Binada geçirilen sürenin yüzdelerinin görüldüğü frekans tablosunda %33,3'lük kısmı *1 saatten az* cevabı oluştururken %36,4'lük kısımda *3 saatten fazla* cevabını verdikleri görülmüştür. Kalan %30,3'lük dilimi ise bir ve iki saatten fazla kalan kısım oluşturmaktadır. Yapılan analiz neticesinde binada en az zamanı geçici kullanıcı gruplarının geçirdiğini, en fazla zamanı da sürekli kullanıcı gruplarının geçirdiğini söylemek önemli tespit ölçütlerinden biri olarak görülebilir.

Grup 2 kapsamında analizi yapılmış olan katılımcıların ruhsal etkiyi ölçebilmek için ilk beş demografik bilgi sorularından sonra hazırlanmış on beş (15) soruya verdikleri cevapların Grup 1'de olduğu gibi ayrı ayrı frekans analiz tabloları çıkarılmıştır. Burada çoklu seçmeli cevaplardan *hiç* düşük, *biraz* orta, *çok* yüksek, *tamamıyla* ise en yüksek düzey olarak kodlanarak cevapların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 2.3. Ruhsal Etki Ölçeği Frekans Analizleri

Duruşma Salonundayken;	Sıklık	Yüzde %	Geçerli Yüzde %	Kümülatif Yüzde %
Sakinim				
Biraz	57	44,2	44,2	55,8
Kendimi emniyette hissediyorum				
Biraz	49	38,0	38,0	52,7
Gergin hissediyorum				
Biraz	62	48,1	48,1	70,5
Huzurlu hissediyorum				
Hiç	67	51,9	51,9	51,9
Hiç keyfim olmuyor				
Biraz	61	47,3	47,3	72,9
Kendimi dinlenmiş hissediyorum				
Hiç	92	71,3	71,3	71,3

Kaygılı hissediyorum				
Biraz	60	46,5	46,5	73,6
Kendimi rahat hissediyorum				
Hiç	48	37,2	37,5	37,5
Kendime güveniyorum				
Çok	48	37,2	37,2	72,9
Sinirli oluyorum				
Hiç	58	45,0	45,0	45,0
Kendimi rahatlamış hissediyorum				
Hiç	71	55,0	55,0	55,0
Binada halimden memnunum				
Biraz	59	45,7	45,7	81,4
Endişeli hissediyorum				
Biraz	54	41,9	41,9	77,5
Mutlu hissediyorum				
Hiç	73	56,6	56,6	56,6
Keyfim yerinde oluyor				
Hiç	61	47,3	47,3	47,3
Total	129	100,0	100,0	100,0

Salon kullanıcılarının kendisini huzursuz, dinlenmemiş, rahatsız, keyifsiz ve mutsuz hissetmelerinin en büyük nedeni salonda gerçekleşen eylemin olumsuzluğundan kaynaklanmaktadır. Kendime güveniyorum sorusunda ise; Grup 1'de yer alan *Meslek yüzdeleri* frekans tablosunda salonun sürekli kullanıcılarının yüzdesinin, geçici kullanıcı gruplarına göre daha fazla olması bu kullanıcı gruplarının mesleklerinden dolayı salona daha aşina olduklarını gösteren önemli bir ölçüt olarak değerlendirilebilir.

Yukarıda yer alan frekans tablolarından elde edilen analiz sonuçları da gösteriyor ki *salon kullanıcıları* ve *salonu kullanma yoğunlukları* ruhsal açıdan kullanıcı-salon ilişkisinde değişkenlik göstermektedir. *Biraz* ve *Hiç* cevapları çoğunluğu oluştururken; bir soruda *Çok* cevabı alınmış olup *Tamamıyla* cevabına rastlanmamıştır.

Grup 3 kapsamında (1. grup-2. grup sorular) analizi yapılmış, katılımcıların salona ilişkin fiziksel etkiyi ölçebilmek için hazırlanmış on beş (15) soruya verdikleri cevapların frekans analiz tablo sonuçları yer almaktadır. Elde edilen veriler neticesinde;

Tablo 2.3. Fiziksel Etki Ölçeği Frekans Analizleri

	Sıklık	Yüzde %	Geçerli Yüzde %	Kümülatif Yüzde %
Konumu iyi				
Evet	56	43,4	43,4	43,4
Hayır	73	56,6	56,6	56,6
İşlevsel				
Evet	60	46,5	46,5	46,5
Hayır	69	53,5	53,5	100,0
Modern bir görünüşe sahip				
Evet	37	28,7	28,7	28,7
Hayır	92	71,3	71,3	100,0
Tasarımı sıkıcı				
Evet	97	75,2	75,2	75,2
Hayır	32	24,8	24,8	100,0
Yeterli büyüklükte				
Evet	43	33,3	33,3	33,3
Hayır	86	66,7	66,7	100,0
Ferah				
Evet	24	18,6	18,6	18,6
Hayır	105	81,4	81,4	100,0
Kullanılan renkler rahatsız edici				
Evet	60	46,5	46,5	46,5
Hayır	69	53,5	53,5	100,0
Oturma ögeleri ergonomik/rahat				
Evet	31	24,0	24,0	24,0
Hayır	98	76,0	76,0	100,0

Aydınlatma yeterli				
Evet	79	61,2	61,2	61,2
Hayır	50	38,8	38,8	100,0
Isı düzeyi uygun				
Evet	95	73,6	73,6	73,6
Hayır	34	26,4	26,4	100,0
Ses rahatlıkla duyuluyor				
Evet	89	69,0	69,0	69,0
Hayır	40	31,0	31,0	100,0
Havalandırma yeterli				
Evet	51	39,5	39,5	39,5
Hayır	78	60,5	60,5	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Yukarıda fiziksel etkinin ölçüldüğü sorulara verilen cevapların frekans analizleri de gösteriyor ki salon kullanıcıları içinde bulundukları salonların;

Tablo 2.4. Anket çalışması fiziksel etki verileri

Olumlu yönleri	**Olumsuz yönleri**
Kullanılan renklerin rahatsız edici olmadığını	Konumlarının iyi planlanmadıklarını
İyi bir aydınlatmaya sahip olduklarını	İşlevsel olmadıklarını
İyi bir ses düzeyine sahip olduklarını	Modern bir görünüşe sahip olmadıklarını
İyi bir ısı düzeyine sahip olduklarını	Sıkıcı bir mekân hissi yarattıklarını
	Havalandırmanın yeterli olmadığını

düşünmektedirler. Dolayısıyla, salonların mekânsal organizasyonunun, tasarımcılar tarafından daha doğru ve bilinçli çözülmesi gerektiğini vurgulamak adına önemli veriler olarak değerlendirmek gerekmektedir.

Grup 3 kapsamında ikinci soru grubu da *salon kullanıcılarının salon içinde doğru konumlandırılıp konumlandırılmadıklarını ve polis memurları ya da jandarmanın sanık üzerinde baskı yapıp* yapmadığını ölçmeyi hedeflemektedir. Aşağıda sürekli ve geçici kullanıcı gruplarına ayrılmış olarak tüm salon kullanıcılarının frekans analiz sonuçlarına yer verilmiştir;

Tablo 2.5. Sürekli Salon Kullanıcıları Salon İçindeki Konumları Frekans Analizleri

Hâkim	Sıklık	Yüzde %	Geçerli Yüzde %	Kümülatif Yüzde %
Evet	113	87,6	87,6	87,6
Hayır	16	12,4	12,4	100,0
Savcı				
Evet	78	60,5	60,5	60,5
Hayır	51	39,5	39,5	100,0
Müdafi Avukatı				
Evet	108	83,7	83,7	83,7
Hayır	21	16,3	16,3	100,0
Sanık				
Evet	94	72,9	72,9	72,9
Hayır	35	27,1	27,1	100,0
Tanık				
Evet	103	79,8	79,8	79,8
Hayır	26	20,2	20,2	100,0
Davacı				
Evet	106	82,2	82,2	82,2
Hayır	23	17,8	17,8	100,0
Kâtip				
Evet	106	82,2	82,2	82,2
Hayır	23	17,8	17,8	100,0
Mübaşir				
Evet	114	88,4	88,4	88,4
Hayır	15	11,6	11,6	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Tablo 2.6. Geçici Salon Kullanıcıları Salon İçindeki Konumları Frekans Analizleri

İzleyiciler	Sıklık	Yüzde %	Geçerli Yüzde %	Kümülatif Yüzde %
Evet	108	83,7	83,7	83,7
Hayır	21	16,3	16,3	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Sanık yanında oturan Jandarma ya da polis memurlarının duruşma esnasında sanık üzerinde; Sanık yanında oturan Jandarma ya da polis memurlarının duruşma sırasında sanık üzerinde baskı yapıp yapmadıklarını ölçmek adına yöneltilmiş olan soruda %77,5'lik dilimi oluşturan ***Az da olsa baskı yaptıklarını düşünüyorum*** cevabı sanığın avukatının yanında yer alması gerekliliğini güçlendirmektedir.

Tablo 2.7. Jandarma ya da Polis memurlarının Sanık üzerinde yarattığı Baskı Durumu Frekans Analizi

	Sıklık	Yüzde %	Geçerli Yüzde %	Kümülatif Yüzde %
Çok baskı yaptıklarını düşünüyorum	29	22,5	22,5	22,5
Az da olsa baskı yaptıklarını düşünüyorum	100	77,5	77,5	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Yukarıda çıkan sonuçlar doğrultusunda, Grup 3'ün son 15 sorusunda salon kullanıcılarının salon içindeki konumlan genel olarak doğru ancak salonun geçici ve sürekli kullanıcıların kendi içindeki yüzdelerine ve cevaplarına bakıldığı zaman avukat ve hâkim gibi farkındalığı yüksek grupların savcının salonda olması gereken yerin mevcut düzenden farklı olması gerektiğine ilişkin görüşler de rastlanmıştır.

3 grupta incelenen tüm frekans tabloları genel olarak değerlendirildiğinde, salonu kullanan kişilerin çoğunlukla mesleğine ve buna bağlı olarak salonda geçirdikleri zamana göre sorulara olan bakış açılarında farklılıklar görülmekle birlikte ortak görüşler de ortaya çıkmıştır. Ceza yargılamalarının işlendiği bu salonlarda, iç mekânı oluşturan fiziksel öğeler için (işlevsellik, ergonomi, ısınma, havalandırma, ışık, renk vb.) bilinçli bir iyileştirme yapılması gerekliliği doğmuştur. Salonun, içinde geçen eylemden dolayı kullanıcısını ruhsal anlamda olumsuz etkisinin tamamen ortadan kalkmasa da, doğru kurgulanacak ve uygulanacak bir tasarımla bu etkiyi en aza indirebilmenin mümkün olabileceğini söylemek mümkündür.

2.2. Ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonları tasarım önerisi/modeli için iki/üç boyutlu çizimler

Gönüllü katılım esasına dayalı anket çalışmasından elde edilen ve analizi yapılan kullanıcı geri bildirimleri sonucunda duruşma salonlarının mevcut durumları üzerinden belirli adımlar izlenerek bir tasarım önerisi geliştirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Bursa (sol), Eskişehir (orta), İstanbul (sağ) illerinde bulunan duruşma salonu örnekleri

Kullanıcılardan elde edilen geri bildirimler ve yerinde gözlemler ile olası tasarım önerileri geliştirilmiş ve fiziksel ve ruhsal değerleri de göz önünde bulundurularak kullanıcı gereksinim ve istekleri doğrultusunda geliştirilen önerilerden en işlevsel ve kullanım kolaylığı sunan model seçilmiş ve teknik çizimleri yapılmıştır. İç mekân estetik öğelerinin (donatı, aksesuar, ışık, malzeme, renk ve doku) kararları da tasarım önerisi olarak geliştirilen plana bağlı kalınarak verilmiştir.

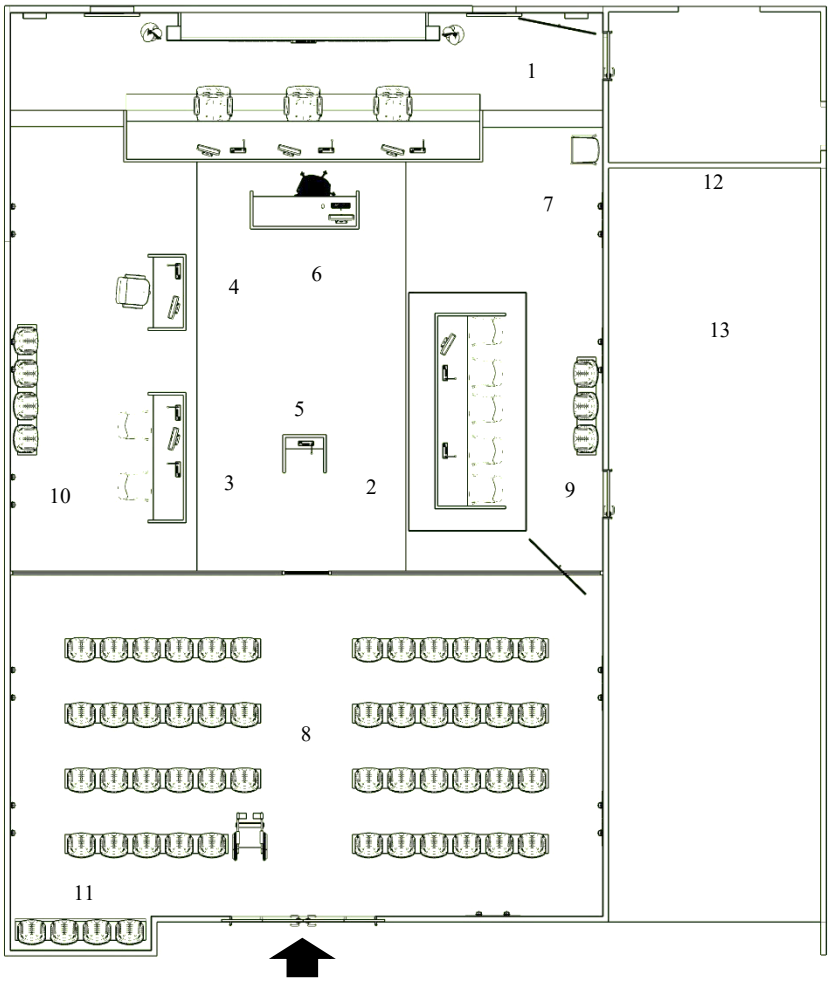
Tablo 2.8. Donatı, aksesuar, ışık, malzeme, renk, doku kararları

Donatı	
Oturma Ögeleri	Hâkim, hiyerarşik düzende salonun en birincil kullanıcıları arasında yer aldığı için oturması için büro tipi koltuk, yine aynı şekilde hâkim koltuğundan farklı olarak savcı için de büro tipi koltuk kullanılırken, kâtip, avukatlar ve mübaşir için sandalye kullanılacaktır. İzleyiciler içinse sıra formunda sırtlığı olan oturma ögeleri tercih edilmiştir.
Masalar	Hâkim kürsüsü, avukat, savcı, kâtip, tanık ve mübaşir için kaplayacakları hacme göre masalar olacaktır.
Aksesuar	
Sembolik anlam taşıyan "Adalet Mülkün Temelidir" yazısı, yanında yer alan Atatürk portresi ve Türk bayrağı ve salonun diğer duvarlarında oluşturulmuş paneller üzerinde yer alan aplikler aksesuarlar arasında yer alacaktır.	
Işık	
Mahkeme salonundaki görünürlük tüm katılımcılar ve seyirciler için hayati öneme sahiptir. Düşük aydınlatma görünürlük sorunlarına neden olabilir ve aşırı parlak aydınlatma (ya da yanlış aydınlatma tipleri) parlamaya neden olabilir. Sıcak tonlar kişi üzerinde daha sağlıklı bir zihinsel durum yaratırken soğuk sıcaklıklar daha rahatlatıcı ortam sunmaktadır (http-37). İki sıcaklığı aynı anda kullanmak olasıdır. Hâkim ve avukatların olduğu alan üzerine soğuk sıcaklık, daha az stresli bir bölge yaratabilmek için izleyicilerin oturdukları alanda sıcak tonlar kullanılacaktır. Bunu yaparken de lümen değerleri ne kadar az tutulursa parlaklık o kadar az olacak ve salon içerisinde sağlıklı bir aydınlatma sağlanmış olacaktır.	
Malzeme	
Zemin	Basınca dayanıklı, temizliğinin kolay ve sağlıklı, anti bakteriyel ortamlar sağlayan zemin malzemesinin kullanılması düşünülmektedir. Ancak hâkim, savcı ve avukatların masalarının bulundukları platformlarda benzer şekilde dayanıklı, sağlıklı ve hijyen bakımından temizliği kolay farklı bir malzeme tercih edilmiştir.
Duvar	Duvarlarda ses yalıtımını sağlamak için yalıtım malzemesi üzerine boya uygulaması tercih edilmiştir. Ancak salonda bütünlüğü yakalayabilmek için hâkim arkasında yer alan ahşap panel diğer duvarlarda da kullanılacaktır.
Tavan	Alçıpan tavan içine gömülü lineer aydınlatma ve sıva üstü spotlar kullanılacaktır.
Donatı	Resmiyeti temsil etmek üzere ahşap masalar, hâkim kürsüsü arkasında yer alan duvarda ve tarafların bulunduğu duvarlarda ahşap paneller ve hâkim için deri, diğer kullanıcılar için ahşap iskeletli kumaş kaplamalı oturma ögeleri kullanılacaktır.
Renk	

Masalar	Tüm masalarda toprak tonları kullanılacaktır.
Oturma Ögeleri	Hâkim koltuğunda gücü temsilen siyah renk tercih edilirken, diğer kullanıcı oturma ögelerinde nötr renkler kullanılacaktır. Ancak davalı ve davacı tarafların avukatlarına ait oturma ögeleri mavi ve kırmızı olarak seçilmiş farklı renk kodlarıyla tanımlanacaktır.
Duvar	Duvarlar, masalarla bütünlük sağlaması için toprak tonlarına yakın bir renkle boyanarak, aynı tonda ahşap panellerle hareketlilik kazanması sağlanacaktır.
Zemin	Zeminde kullanılacak malzemeler, duvar ve donatı renkleriyle uyum sağlayacak şekilde nötr renkler içerisinden seçilecektir.

Doku	
Masalar	Sıcaklık hissettirecek doğal bir doku kullanılacaktır.
Oturma Ögeleri	Yumuşaklık ve sıcaklık hissettirecek görsel bir doku kullanılacaktır.

Tasarım önerisi için belirlenmiş metrekare kararının belirlenmesinde Bursa Adalet Sarayı ceza yargılamalarının gerçekleştiği duruşma salonlarından hacimce en büyük olan salon etkili olmuştur. Salon içindeki dolaşım kolaylığı ve kullanıcılar için tanımlanmış alanların düzeni ve yerleşimi gibi nedenlerden dolayı salonun büyüklüğü olumlu bir referans olarak görülmüştür. Salonda yer alacak kişi sayısı salonun sürekli ve geçici kullanıcılarına göre değişiklik göstermektedir. Hâkim, savcı, avukat, kâtip ve mübaşir sürekli kullanıcılarken ve sayıları genellikle değişmezken, izleyici, güvenlik ya da diğer kullanıcılar geçici kullanıcılar olarak tanımlanmakta ve sayıları değişkenlik gösterebilmektedir. Tüm bu veriler ışığında salonda olması gereken yaklaşık ideal kullanıcı sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Sanık, hâkim, tanık/izleyici girişleri birbirinden ayrılmış böylece kullanıcıların birbirleriyle iletişimi en düşük düzeye getirilmiştir. Farklı salonlarda farklı yüksekliklere sahip olan hâkim kürsüsü tasarım önerisinde yerden kırk beş santimetre (45 cm) yükseklikte bir platform üzerine konumlandırılmıştır [1].



Şekil 2.2. Duruşma salonu için geliştirilen plan çizimi

Elde edilen verilen analizleri sonucunda savcı ve hâkim oturma düzeninde görülen bir takım sorunlar tasarım önerisinde savcının avukatlarla aynı kota alınmasıyla giderilmiştir. Savcı, taraflar ve avukatları on beş santimetre (15 cm) yükseklikte bir platform üzerine konumlandırılmışlardır [2-3-4]. Tanık hem hâkime hem de ifadesini alacak taraflara doğru yüzü dönük olacak şekilde hâkimin karşısında konumlandırılmıştır [5]. Kâtip mevcut düzendeki yerini koruyarak hâkimin bulunduğu platformunda hemen altında yer almıştır [6]. Mübaşir mevcut düzendeki gibi tasarım önerisinde de yeri korunmuştur [7]. İzleyiciler sanık, tanık, avukat, savcı ve hâkimlerin olduğu alandan ayrı tutularak cam bir ayırıcının arkasında konumlandırılmışlardır [8]. Bir diğer önemli ölçüt olan salonun güvenliği içinse, izleyicilerin bulundukları alanda bir grup güvenlik görevlisine yer ayılırken [11], mağdur ve sanık taraflar içinse olası bir önem için hemen arkalarında yer alacak şekilde başka bir güvenlik grubu konumlandırılmıştır [9-10]. Sanık salona kendisine ayrılmış kapıdan girerken [12], hâkim ise duruşma aralarında hem dinlenmek hem de salona girişini sağlamak için kendisine özel olarak tanımlanmış kapıyı kullanmaktadır [13]. Salonda gün ışığı kullanımına özen gösterilmiştir.

Yapılan gözlemler sonucunda gün ışığının kişi psikolojisindeki etkisi de düşünülerek pencerenin salon içinde olması gerekliliği bir diğer önemli ölçüt olarak düşünülmüştür. Pencerenin hâkim kürsüsü arkasında yer alması ideal çözüm önerisi olarak düşünülmüştür. Bu düşünceyi, yapılan analizler sonucunda, pencerelerin salon içinde hiç olmaması ya da yanlış cephelere konulmuş olması desteklemiştir.







Şekil 2.3-4-5-6. Türkiye için geliştirilen duruşma salonu tasarım önerisi üç boyutlu çizimler

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişten bu güne insanoğlunun yaşamını devam ettirebilmek ve barınma gereksinimlerini yerine getirebilmek için çeşitli çözümler ürettiği görülmektedir. İlk çağlarda barınma ve diğer tüm gereksinimleri yerine getirmek amacıyla ortaya çıkan iç mekânların, zamanla *işlev* ve *estetik* değerleri de yanına eklenerek kullanıcıların iç mekânı kullanma şekilleri de buna bağlı olarak farklılık göstermeye başlamıştır. İç mekânlara fiziksel ve ruhsal değerler açısından bakıldığı zaman, bu çalışma kapsamında ele alınan duruşma salonları örneklerinden de görülebileceği üzere hukuk disiplini ve iç mekân tasarımının da birebir ilişkili olduğu söylenebilir.

Duruşma salonları, özellikle de çalışmanın kapsamını oluşturan ceza yargılamalarının işlendiği ve gerçekleştiği salonlar, içinde geçen eylemden dolayı salon içinde bulunan tüm kullanıcılara bir mesaj verme eğilimindedir. Bu mesajı iletebilmek için de salonun mekânsal kurgusunun çok iyi düşünülmesi gerekmektedir. İçmimarın, salonunun *sürekli* (hâkim, savcı, avukatlar, davalı-davacı taraflar, mübaşir, kâtip ve güvenlik) ve *geçici* (izleyiciler) tüm kullanıcıları için fiziksel ve ruhsal değerlerini göz önünde bulundurarak bu kullanıcıların salonda bulunma nedenlerine ve uygulanan hukuk sistemine bağlı olarak salonu en doğru şekilde tasarlaması beklenmektedir. Ancak duruşma salonları incelendiği zaman, mekân kurgusunun ya da tasarımının çalışmanın da en temel hedefi olan fiziksel ve ruhsal iki olgu bağlamında genellikle adalet mekânlarını yansıtmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın örneklemini oluşturan Türkiye'de yer alan İstanbul, Bursa ve Eskişehir olmak üzere seçilmiş üç ilde yer alan ve ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonlarında, etik kurul izni ile uygulanan stapel ölçeğinde hazırlanmış anket, bu anlamda çalışmaya önemli katkılar sağlamıştır.

IBM SPSS v. 24 isimli istatistik programında veri analizleri gerçekleştirilen ve 129 kişiyle gerçekleştirilen anket çalışmasında frekans tabloları üç gruba ayrılmış ve her bir grup kendi içinde tek tek değerlendirilmiştir. Birinci grupta *cinsiyet, yaş, meslek, şehir ve bina içerisinde geçirilen zaman* gibi demografik bilgi analizleri yapılmış; ikinci grupta salonun, kullanıcılar üzerinde yarattığı ruhsal etki ölçeği analizleri yapılmış; üçüncü grup ise kendi içinde iki soru grubuna ayrılmıştır;

Birinci soru grubunda; salonun, kullanıcılar üzerinde yarattığı fiziksel etki ölçüm analizi,

İkinci soru grubunda ise; sürekli ve geçici salon kullanıcıların mekânsal organizasyon bağlamında salon içinde doğru konumlandırılıp konumlandırılmadıklarının ve dava süreci boyunca sanık yanında yer alan polis memurlarının ya da güvenlik görevlilerinin sanık üzerinde baskı yapıp yapmadıklarının ölçüm analizleri yapılmıştır.

Ruhsal etki ölçümünde, salon kullanıcılarına yöneltilen soruların, hiç, biraz, çok tamamıyla olmak üzere dört seçenek üzerinden cevaplanmaları beklenmiş, salonda gerçekleşen eylemden dolayı hiç ve biraz cevaplarının çoğunluk göstermesi salonun ruhsal bakımdan kullanıcıyı olumsuz anlamda etkilediğine rastlanmıştır.

Fiziksel etki ölçümünde ise farklı bakış açıları görülmüştür;

- Salonun **sürekli** kullanıcılarından hâkimler, avukatlar ve savcılar mesleki tecrübeleri ve edinimleri doğrultusunda mekânsal düzenlemenin nasıl olması gerektiği konusunda daha bilinçli ve farkındalıkları yüksek gruplarken,

- Kâtip, mübaşir, güvenlik görevlisi gibi diğer sürekli kullanıcılar, salon içinde kendilerine yüklenen iş tanımını yerine getirmek üzere salonda bulunan ve salon içinde kimin nereye ne şekilde oturması gerektiğiyle ilgilenmeyen kullanıcı grubu oldukları gözlemlenmiştir.
- **Geçici** kullanıcı olan izleyici grubunun ise dava sürecinde sanık/tanık yakını ya da sadece süreci izlemek üzere salonda bulunmaları, salon içindeki oturma düzeninin ya da hiyerarşinin onlar için bir önemi olmadığına dair çıkarımlarda bulunulmuştur.

Dolayısıyla kullanıcı rolü bağlamında değişken cevaplara rastlanmıştır. Frekans tablolarında yüzde değerleri düşük olsa da farkındalığı yüksek grupların (sürekli kullanıcılar), salon içindeki düzene yönelik vermiş oldukları cevaplar, kendi içinde değerlendirildiği zaman dikkate değer bulunmuştur. Estetik ve fiziksel öğeler göz önünde bulundurulduğunda salonlarda;

- Kullanılan renkler,
- Aydınlatma,
- Isı-ses düzeyleri ile ilgili ölçülmesi amaçlanan sorulara gelen cevaplar neticesinde genel olarak olumlu/yeterli bir tasarım yaklaşımı sonucuna varılmıştır. Ancak salonların;
- Adalet sarayları içindeki konumları,
- İşlenen konu gereği işlevselliği,
- Modern bir tasarım anlayışı,
- Güvenli ve rahat bir mekân hissi,
- Havalandırması üzerine ölçülmesi amaçlanan sorulara gelen cevaplar ise olumsuz/yetersiz bir tasarım yaklaşımını ortaya koymuştur.

Bu verilerin, ceza yargılamalarının geçtiği duruşma salonları için yeni bir tasarım modelinin geliştirilmesi noktasında oldukça önem taşıdığını söylemek mümkündür. Ayrıca çalışma disiplinler arası olmasından dolayı, hem tasarım disiplininde hem de hukuk disiplininde birtakım farkındalıkların sağlaması bağlamında da literatüre katkı sağlaması açısından önemli bir çalışma olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Adal, E. (1985). Hukukun Temel İlkeleri El Kitabı. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.

Arıstoteles (1991). Physics IV, The Complete Works Of Aristotle. Çev. R.P. Hardie and R.K. Gaye, ed. Jonathan Barnes, Vol. I, New Jersey, Princeton University.

Bacak, A. (2015). Adliyelerin Fiziksel ve Mimari Koşulları Bağlamında Yargısal Memnuniyet. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, Sayı. 120.

Branco, P. (2010). Questioning the Connection Between Acces to Law and Justice and Courthouse Architecture. Setembro de 2010, Oficina no 352, Oficina DoCes,Coimbra,Portugal: Mayıs, 2018 http://www.ces.uc.pt/publicacoes/oficina/ficheiros/2865_352.pdf adresinden erişildi.

Demirel, E. (2004). Mekân Kurgusu, Boşluğun Mimarisi. Mimarlık Dergisi. Mart, 2018 http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=27&RecID=320 adresinden erişildi.
Elveriş, İ., Kalem, S., Jahic, G. (2008). Adliye Gözlemleri; İstanbul Mahkemeleri: Fiziksel Koşullar, Duruşmalar ve Gecikmeler. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, Mart, İstanbul.
Gözler, K. (2008). Genel Hukuk Bilgisi. Bursa: Ekin Basım Yayım Dağıtım
Güveyi, N. (2017). Anglo-Sakson Hukuk Sistemi ve Kara Avrupası Hukuk Sistemi Boyutuyla Ekonomik İdare Hukuku Üzerine Bazı Düşünceler. Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. XXI, Sayı 1.
Işıktaç, Y. (2001). Bir Hukuk Tanımı Vermenin Zorunluluğu. Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.
Kaçar, T. (2007). Mekânda Zaman Kavramı Üzerine Düşünceler. Anadolu Sanat, Sayı: 18, Eskişehir.
Kılıç, E. (2011). Aristoteles ile Farabi'nin Mekân Anlayışlarının İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
Kopuz, A.(2015). Adliye Binalarının Toplam Kalite Yönetimine Uygun Olarak Mimari Tasarımı. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 39, 390-397.
Kuban, D. (2016). Mimarlık Kavramları: Tarihsel Perspektif İçinde Mimarlığın Kuramsal Sözlüğüne Giriş. İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.
Lefebvre, H. (2014). Mekânın Üretimi (I. Ergüden, Çev.) İstanbul: Sel Yayıncılık.
Öktem, N., Türkbağ, A. (2014). Felsefe, Sosyoloji, Hukuk ve Devlet. İstanbul: Der Yayınları, Altıncı Basım.
Örnek, Y. (2015). Mimarlık ve Felsefe: Çağdaş Filozofların Mimarlığı Yeniden Düşünmesi. Ethos: Felsefe ve Toplumsal Bilimlerde Diyaloglar, s. 125-139, Temmuz.
Rapoport, A. (1987). Pedestrian Street Use: Culture and Perception, Public Streets for Public Use. New York: Colombia University Pres, 82-92.
Rasmussen, S. (1994). Yaşanan Mimari. Çev. Ömer Erduran, İstanbul: Remzi Kitabevi, Mayıs.
[URL-1] http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&kelime=mek%C3%A2n&uid=35221 guid=TDK.GTS.5be01c644414c1.14406674 (erişim: Şubat 2020)
[URL-2] http://www.sozluk.adalet.gov.tr/San%c4%b1k (erişim: Şubat 2020)
[URL-3] http://amerikabulteni.com/2014/11/25/abd-mahkemelerinde-juri-nedir-kimlerdenolusur-ne-yaparlar/ (erişim: Ağustos 2018)
[URL-4] https://sozluk.gov.tr/ (erişim: Aralık 2020)
[URL-5] https://islamansiklopedisi. org.tr (erişim: Aralık 2020)
Zevi, B. (2015). Mimarlığı Görebilmek. Çev. Alp Tümertekin, İstanbul: Daimon Yayınları

DİL OLARAK MEKÂN, HAFIZA OLARAK MİMARİ: KÜLTÜREL MİRASIN ANLATI DİLİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Rabia KOCAER
Afyon Kocatepe University, Afyon Vocational School, Architectural Restoration, 03204 Afyonkarahisar Merkez, Afyonkarahisar
ORCID: 0000-0002-6078-0972
Aslıhan KOCAER
Başkent University Institute of Educational Sciences. 06790 Etimesgut, Ankara
ORCID: 0000-0002-3707-472X

ÖZET

Bu bildiri, kültürel mirasın dilsel bir olgu olarak nasıl anlam kazandığını ve mekânın bir ifade biçimi olarak nasıl "konuştuğunu" içermektedir. Dil, yalnızca sözlü veya yazılı bir iletişim aracı değil, aynı zamanda mekânsal deneyimin, kültürel belleğin, toplumsal hafızanın ve kimliğin taşıyıcısı olarak ele alınmaktadır. Gösterge, sembol ve söylemden oluşan mekân, tarih boyunca farklı nesillere ulaşmıştır. Farklı anlatılar ile görünürlüğün kelimelerle dışavurumunu göstermektedir. Bu sebeple, mimari yapı yalnızca taş, ahşap ya da herhangi bir malzemeden oluşan bir yapıdan çok, kendini farklı kültür ve çok katmanlı dil ile ifade eden bir simgedir. Dolayısıyla yerel terminoloji, mimarlığın sözcük düzeyi olarak düşünülebilecek kültürel bir sözlüğü de oluşturmakta ve sözlü kültürdeki yaşantılarla birlikte anlam kazanmaktadır. Çalışma, kültürel mirası "konuşan" bir sistem yani geçmişle bugün arasında kurulan anlatısal bir dil olarak yorumlamaktadır. Bu bağlamda, mimari ve kent mekânı; toplumsal hafızanın, kimliğin ve yer duygusunun inşa edildiği anlatı alanları olarak değerlendirilmektedir. Farklı dönemlerdeki mimari üretimler, kültürel kimliği nasıl ifade ettikleri ve nasıl bir "söylem" oluşturdukları açısından analiz edilmektedir. Bildiri, hem kuramsal (Ricoeur, Nora, Barthes vb.) hem de Türkiye bağlamlı örneklerle (örneğin Mardin, Safranbolu, İstanbul'un çok dilli geçmişi) konuyu somutlaştırmaktadır. Sonuç olarak çalışma, kültürel mirasın yalnızca korunacak fiziksel bir varlık değil, dilsel ve anlatısal bir form olduğunu; her yapının ve mekânın kendi "kültürel sözlüğü" ile okunabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dil, kimlik, kültürel miras, mekân, mimari anlatı, toplumsal bellek.

SPACE AS LANGUAGE, ARCHITECTURE AS MEMORY: A STUDY ON THE NARRATIVE LANGUAGE OF CULTURAL HERITAGE

ABSTRACT

This paper explores how cultural heritage acquires meaning as a linguistic phenomenon and how space "speaks" as a form of expression. Language is considered not only a means of verbal or written communication, but also a carrier of spatial experience, cultural memory, collective

memory, and identity. Space, comprised of signs, symbols, and discourses, has reached different generations throughout history. It demonstrates the verbal expression of visibility through diverse narratives. Therefore, an architectural structure is not merely a structure composed of stone, wood, or any other material; it is a symbol that expresses itself through diverse cultures and multilayered languages. Therefore, local terminology constitutes a cultural lexicon that can be considered the lexical level of architecture, acquiring meaning through experiences within oral culture. The study interprets cultural heritage as a "speaking" system a narrative language established between the past and the present. In this context, architecture and urban space are considered narrative spaces where collective memory, identity, and a sense of place are constructed. Architectural productions from different periods are analyzed in terms of how they express cultural identity and what kind of "discourse" they create. The paper concretizes the topic with examples from both theoretical perspectives (Ricoeur, Nora, Barthes, etc.) and those from the Turkish context (e.g., Mardin, Safranbolu, Istanbul's multilingual past). Ultimately, the study demonstrates that cultural heritage is not merely a physical entity to be preserved, but a linguistic and narrative form; each structure and space can be read with its own "cultural lexicon."

Keywords: Architectural narrative, cultural heritage, identity, language, social memory, space.

1. GİRİŞ

Kültür, geçmişten geleceğe doğru uzanan bir köprünün üzerinde bulunan somut ve soyut olan her şeydir. Her toplumun kendine özel birçok yaşam tarzı vardır. Her biri ayrı ayrı o toplum hakkında gelecek kuşaklara bilgi vermektedir. Gelenekler, değerler, davranışlar, inanışlar ve mekanlar hepsi kültürü oluşturan bütünün bir parçasıdır. Raymond Williams'a göre tanımlanması zor olan bir kavram olarak karşımızda çıksa da her disiplinde farklı şekillerde kullanılmaya başlanmıştır (Williams, 1977, s.76-77). 1952 yılında Kroeber ve Kluckhohn, birden çok kaynakta bulunan 164 farklı tanımı birlikte sunmuşlardır.

Kültürel miras, bir toplumun veya bir ulusun geçmişten günümüze kadar gelen değerleri, gelenekleri, sanat eserleri, mimari yapıları, el sanatları, dil ve edebiyatı gibi unsurlarını kapsamaktadır (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization [Unesco] 2023). Kültür ve turizm bakanlığı tarafından, "Geçmişten miras alınan ve farklı nedenlerle geleceğe miras bırakılmak istenen, fiziksel olarak var olan ve insanlar tarafından yapılmış her türlü eserler ile bir topluma ait değerler bütünü" şeklinde tanımlanmaktadır (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2009: 3). Aşılıoğlu & Memlük (2010: 185) ise kültürel mirası, bir yörenin geçmiş ve/veya mevcut kültürüne ait bilgileri içeren sanat, mimari, tarih, arkeoloji, etnografya

alanlarında öneme sahip olan taşınır ve/veya taşınmaz tüm soyut ve/veya somut varlıkları olarak tanımlamaktadır. Kültürel miras bir toplumun yaratıcı gücünü ve o toplumun yaşam tarzını yansıtan bir kavram olmasının yanı sıra ortak mirasın bir parçası olarak da kabul edilmektedir (Avcı & Memişoğlu, 2016: s. 106). Kültürel miras, insanlığın var olduğu günden bu yana yaşayarak biriktirdiği, geliştirdiği, zenginleştirdiği ve gelecek kuşaklara aktardığı veri dizisidir (Selanik-Ay & Kurtdede-Fidan, 2013: s.1137). Aynı zamanda kültürel miras, geçmiş, bugün ve gelecek arasında bir köprü görevi gören, kuşaklararası iletişime olanak sağlayan, bir yer, bir ulus ve bir kültür açısından bireye aitlik duygusu kazandıran ve bireyin kimlik problemini çözen yenilenemez değerler toplamıdır (Kiper, 2004: s. 14).

Türkiye'nin somut kültürel mirasları Kültür ve Turizm Bakanlığı'na göre kazılar ve araştırmalar, müzecilik faaliyeti, dünya miras alanları ve antik kentler, sanal müzeler ve diğer mekanlar olarak farklı kategorilere ayrılmaktadır (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019). Bu kategorilerin her birinin kendine özgü bir anlatı dili bulunmaktadır. Somut ve somut olmayan kültürel miras, sadece fiziksellikten ortaya çıkmamakta; her iki yapının da kendine dair etkileşimi olduğunu göstermektedir. Bu iki miras da kimlik, aidiyet, kültürel süreklilik ve mirasın gelecek nesillere aktarılmasında önemli rol oynamakta ve bu değerlerle kültürel bir bütünlük oluşturmaktadır.

Dil burada hem taşıyıcı hem de dönüştürücü olarak kendini göstermektedir. Kültürün sözlü ve yazılı formalarında; toplumsal hafızanın inşasında önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple, dil, kültürel mirasın sadece korunmasıyla kalmayıp bir bütün olarak anlatı dili üzerinden süreklilik kuran bir sistemin parçası olarak değerlendirilmektedir.

Kültürün ögesi olan her gösterge dil ile vurgulanmaktadır. Toplumlara ait olan ritüeller, mekânsal algılar ve değerler dil aracılığı ile aktarılmakta, kaydedilmekte ve yeniden yorumlanmaktadır. Örneğin, yerel terminolojide "sofa, avlu, hayat" vb. gibi kavramlar mimariyi değil, belirli bir yaşam biçimini ifade etmektedir. Bu durum, ayı zamanda toplum ile ilgili bilgiler vermekte ve o toplumun değerlerini günümüze taşımaktadır.

Kültürel mirasta anlatı dili mekânın hafızasını, yerel kimliğin oluşum süreçlerini yansıtan çok katmanlı bir gösterge sistemidir. Örneğin, bir topluma ait sadece fiziksel mekanlar değil, onların yaşam pratikleri de dil ile anlatılan kültürel bir söylemdir. Mardin'in "avlulu ev geleneği", İstanbul'un "sofa düzeni" ve Safranbolu'nun "Konak kültürü" sadece mimari form değil birer anlatı dili olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, dil, koruma politikaları kapsamında da kritik bir yere sahiptir. Bu bağlamda araştırma içeriği olarak kültürel mirası anlatı dili olarak ele almak ve mekânın kültürel bir dil olarak okunabilirliği üzerine bir çalıma hazırlamak olacaktır. Bu çalışmada, Mardin, istanbul ve Safranbolu'nun seçilmesinin nedeni,

Türkiye'de kültürel miras alanında oldukça fazla örneğin olması, çok katmanlı bir yapıya sahip olmaları mekansal ve tarihsel açıdan birden fazla örnek sunmalarıdır. Mardin'in çokkültürlü taş dokusu nun kimlik oluşumunundaki niteliğini; İstanbul'un tarihsel dönemlerde süreklilik ifade eden kentsel katmanlarını, mekanlarin süreç içerisinde yeniden üretilen anlatı yapısını ve Safranbolu'nun Osmanlı mimarisinin gündelik yaşamda nasıl somutlaşıp hafızalara girdiğini mekan üzerinden ortaya koymaktır. Bu üç alan anlatı dili üzerinden karşılaştırılmakta, kullanılan birkaç sözcükle analiz edilmektedir.

2. DİL, HAFIZA VE MEKÂN

Felsefi temeller üzerine çeşitli çalışmalarıyla öne çıkan Paul Ricoeur, zamanın metne dönüşmüş en güçlü tarihini de anlatı kavramı ile ilişkilendirmektedir. Anlatıdan uzaklaşan her bir kuram onun eleştirisi ile karşı karşıya kalmıştır. Çünkü o eserlerinde kolektif kimliğin oluşumunda anlatının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Eserlerinde de zamanın tarih ile ilişkisini anlatı kavramı üzerinden değerlendirmektedir. Bu sebeple, kimlik sabitlikten çok, sürekli değişen bir anlatıdır. Ona göre, zaman üç düzlem üzerine kuruludur. Yaşantının kültürel ve sembolik yapıldığı ilk düzlem, olaylarla ilişkilendirildiği ikinci düzlem ve okuyucuya ulaşıp onlar tarafından yorumlandığı üçüncü düzlemdir. Bu durum, kültürel miras bağlamında önemlidir. Çünkü geçmişin sabit ve değişmezliği, her anlatıda yeniden oluşturulan dinamik bir yapı kazanmaktadır. Her toplum kendine göre bulunduğu mekâna anlam katmaktadır. O anlam bir sonraki nesile ışık tutmakta ama anlatı bakımından farklı yorumlanmaktadır.

Pierre Nora'nın toplumsal kimlik kazanımı konusundaki vurguyla modern tarih yazımına yeni bir bakış sunduğu çalışmalarında kültürel boyutu ile öne çıkan hafıza mekânları, toplumsal belleğin bir göstergesi şeklinde sunulmaktadır (Nora, 2006, s.17; Dosse, 2012, s.934; Özkaya Duman, 2017, s.1085; Kişmir, 2021, s.181). Tarih bilinci ve milli kimlik kazanım sürecinde etkin payı olan hafıza mekânları (Sevinç, 2019, s.53), bu yönüyle kültürel köprü vazifesi de görmektedir (Crane, 1997, s.45; Nora, 2006, s.18). Hafıza mekânları ile saklı kalan toplumsal yaşanmışlıklar, toplumsal hafızanın ürünleri olarak kültürel aktarım ile günümüze taşınmakta ve bugünü aydınlatmaktadır (Uslu, 2016, s.45). Pierre Nora'ya göre bir halkın hafızasında somutlaşan yapılar, kentin mimarisi, anıtları ve müzeleri, tarihsel anlamı olan ve her bireyde farklı çağrışımlar uyandıran türden mekanlar geçmişten günümüze sürekliliği ifade etmektedir. Ona göre "hafıza mekânları" (lieux de mémoire) yaklaşımı, modern toplumlardaki toplumsal beleğin nasıl ortaya konulduğu ve korunduğunu anlatan bir kültür- tarih kuramıdır. Bu hafıza mekanları, toplumsal belleği içeren alanlardır. Örneğin; anıtlar, müzeler, tarihi figürler yahut da milli marşlar, bayramlar ve çeşitli ritüeller olabilmektedir. Hafıza, yaşayan ve topluluk tarafından korunmak istenen bir olgudur. kollektif kimliğin oluşmasındaki araçlardan biridir.

Hafıza mekanları, çok katmanlı anlamları taşımaktadır. Örneğin, bir hafıza mekanına farklı toplumsal gruplar farklı anlamlar yükleyebilmektedir. Böylece mekanlar, sürekli yenilenen anlamlar alanı haline gelmektedir. Bu nedenle, burada geçmişi saklamak yerine, toplumun kimliğini ve ortak duygusunu canlı tutmak hedeflenmektedir.

Mekânın bir dil sistemi üzerinden analiz edilmesi, mekânı tıpkı bir mettin okuyup onu yorumlamayı amaçlayan göstergebilimsel bir yaklaşımdır. Bu çerçevede, mekân; göstergeler, semboller ve söylemler aracılığı ile anlamlar üretmektedir. Mekân, içinde bulunduğu toplumun kodlarından oluşmaktadır. Bu kodlar çeşitli anlamları ifade etmektedir. Bireyler ve toplumlar bu kodları okumakta, yorumlamakta ve yeniden üretmektedir. Bu tür mekânsal alanlar çeşitli söylemleri oluşturmaktadır. Mekânın anlam taşıyıcılarından bir diğeri de göstergelerdir. Anlamı karşı tarafa ileten en temel birimdir. Bu birim Ferdinand de Saussure ve Charles Peirce'in kuramlarından hareketle, mimari biçimlerden, renklerden, malzemelerden, eşyaların konumlarından ve çeşitli yönlendirmelerden oluşmaktadır. Bu birimlerin her biri farklı anlam ifade etmektedir. Diğer bir anlam taşıyıcı ise sembollerdir. Göstergelerden daha güçlüdür. Ortak ve kültürel anlam kazanmış biçimlerdir. Mesela, bayrak, anıt, meydan, kilise planı, kıble yönü, eski şehir surları gibi. Bunlar, hafıza ve kimliğin somutlaşmasına olanak sağlamaktadır. Böylece, mekanlar bir anlam haritası haline gelmektedir. Diğer yönden çeşitli söylemlerle, mekânın ideolojik yapısını ve toplumsal çerçevesinin de nasıl üretildiğini görebilmekteyiz. Örneğin, kadın/erkek mekanları, sınırlar ve kapılar mekânın yalnızca fiziksel duruşunu değil, ideolojik fikirleri hakkında da bilgi vermektedir.

Mekân; gösterge, sembol ve söylemden oluşmaktadır. En küçük anlam biriminden, kimlik, hafıza ve mekânın nasıl kullanılacağı ve algılanması gerektiğine kadar her şeyi vurgulanmaktadır.

3. GEÇMIŞIN YENIDEN ANLATIMI: HAFIZA, YORUM VE SEÇME

Ricoeur, geçmiş hiçbir birey ya da toplum tarafından olduğu gibi aktarılamamaktadır, diye vurgulamaktadır. Her anlatıda mutlaka bir yorum bulunmaktadır. Dolayısıyla tarihsel deneyimler; seçilmekte, düzenlenmekte, anlamlandırılmakta ve belirli bir kültürel ve etik konumdan yeniden inşa edilmektedir. Kültürel miras çalışmalarında bu unsur, geçmişin bugünün ihtiyaçları doğrultusunda, hafıza politikaları ve kimlik ile yeniden anlatıldığını göstermektedir. Mardin'in çokkültürlü yapısı, Safranbolu'nun konak kültürü, İstanbul'un çok katmanlı tarihî silueti bu duruma örnek olarak gösterilebilmektedir. Burada bulunan topluluklar kendilerini ifade etme biçimine göre farklı anlatı dilleriyle yeniden açıklamaktadır. Böylece miras, geçmişin kendisi olmak yerine geçmişin bugün için anlamlı kılınmış bir versiyonu haline gelmektedir.

Ricoeur'ün teorisi, kültürel miras yalnızca maddi bir kalıntı değil, bu maddi kalıntının hikâye olarak karşımıza çıktığı pratikler olarak ele alınması gereken alanlardır. Örneğin, bir avlulu ev ya da bir tarihi köprü sadece fiziksel bir mekân değil, toplumsal belleğin zaman içinde oluşturduğu anlatı dizilerinin bir taşıyıcısıdır. Bu şekilde mekanlar da bir metin gibi okunabilmekte, sözlü kültürde yer alan sözcükler bu anlatı metninin bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. MİRASIN ANLATISAL YENİDEN İNŞASI

Anlatı; olayların, mekanların, kişilerin veya objelerin belirli bir bağlam çerçevesinde anlamlandırılmasıdır. Kültürel mirasın korunmasında anlatı, onu sadece inşa etmekle kalmamakta kolektif bir çerçevede yeniden düzenlemektedir. Çünkü, miras durağan değildir. Yaşayan bir anlatıdır. Mekânın içinde bulunan topluluklar geçmişi yeniden anlattıkça o mekânın anlamı topluluğa göre dönüşmektedir. Buradan hareketle, koruma politikaları, mekânın sadece fiziksel varlığını değil, anlatıda bulunan dilsel ve sembolik yapılarında sürdürülebilirliğine odaklanmalıdır.

Diğer yandan, geçmişe ait olan her imge miras olarak ele alınmamalı belirli bir parça geçmişten seçilmelidir. Seçilen imge belirli bir bakış açısıyla sunulmalı; hikâyeleştirilmeli, sembole dönüştürülmeli ve zaman geçtikçe farklı nesiller ve toplumsal gruplar tarafından yeniden anlamlandırılmalıdır. Bununla birlikte artık miras anlatısal açıdan yeniden inşa edilmektedir ve her toplumun anlatısı ile onların kimlikleri hakkında bilgiye ulaşılmaktadır. Mekandaki her anlatı farklı bir hafızayı çağrıştırabilmektedir. Mesela, bir meydan bir kutlama alanı olarak hatırlanırken, toplumsal yönden protestoların hafızası olarak da anılabilmektedir. Bu sebeple, her anlatıcı anlatıyı kendi gözünden kendi kelimeleri ile ifade etmektedir. Kültürel mirasın yeniden inşası, sabit bir tarihsel veri değil, toplumun sürekli yeniden yazdığı, anlattığı, yorumladığı ve çeşitli ideolojik fikirlerle yeniden şekillendirdiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. MİMARİYİ BİR DİL OLARAK OKUMAK

Mimarlığın, bir dil olarak okunabileceği fikri, son dönemlerde mimarlıkta güçlü bir yere sahiptir. malzemelerin, biçimlerin ve mekânsal kurguların her birinin bir anlam ürettiği öne sürülmektedir. Tarih boyunca var olan mekanlar mimarlığın temel taşı olarak dikkat çekmektedir. Farklı bakış açıları ve farklı anlatılar ile bu mekanların zenginlikleri ortaya konulmaktadır. Mekânın öznesi olan birey ya da toplum, o mekânı hissedebiliyor ve anlatabiliyorsa, mekânın varlığından söz edilebilmektedir. Goethe, "…güzel bir mekânın yarattığı coşkuyu, bizi oraya gözlerimiz bağlı götürmüş olsalar bile hissetmemiz gerekir." demiştir. Mimari mekânsal alanlar tüm duyularla algılanmakta ve deneyimlenmektedir. Birçok

boyutta izler taşımakta ve yaşanmışlıkları barındırmaktadır. İnsanlar için en önemli alanlardan birisi "ev" dir. Bu kavram her toplumda farklı anlatılarla ifade edilmektedir. Tuan (1991) a göre ev, insanların tutundukları ve köklendiklerini hissettikleri, anlamın ve itinanın merkezi olan "yer" dir (Özbek, 2016). Heidegger'in dasein (varoluş) ve dwelling (ikamet etme) arasındaki ilişki ile tanımladığı "yer" algısının kök salmanın kaynağı olan "ev" ile karşılık bulduğu ifade edilebilmektedir. Norberg-Schulz'un belirttiği gibi: "Mimarlık, çevrenin anlamını açığa çıkaran bir semboller dizgesidir; mekânın düzenlenmesi yoluyla dünya okunabilir hâle gelir." (Norberg-Schulz, 1975). Mimari unsurlar sadece teknik değil, kültürel bir kelime hazinesinin de parçalarıdır. "Her mimari biçim, kültürel bir göstergedir; taşıdığı anlam, onun işlevinden çok toplumun ona yüklediği değerlerle belirlenir." (Barthes, 1967). Dolayısıyla, mimari yapıda bulunan her malzeme bir araç değil, kimlik, hafıza ve teknolojik bir göstergedir. Örneğin, avlunun merkezi konumda yer alması, o mekânda yaşamış toplumun avluyu nasıl deneyimlediği hakkında kültürel kodlar içermektedir. Bu bağlamda, mimari alanlar, yapısal bir metin olarak okunabilmektedir.

Mimarlık, kültürel bir temsilin simgesidir. Kültürün söylem pratiği, onu ifade etme halidir. Lefebvre'nin mekân kuramı "Mekân, toplumsal ilişkilerin hem ürünü hem de üreticisidir; dolayısıyla mekân tasarlamak, toplumsal bir söylem kurmaktır." (Lefebvre, 1991) ifadesi bunu en iyi şekilde ifade etmektedir. Diğer taraftan, Ricouer'un anlatı kavramında ifade ettiği gibi "Bir topluluk kendi kimliğini sürekli yeniden anlatır; bu anlatı mekânsal biçimlere de yansır." (Ricoeur, 1984), diye söylemektedir. Bu nedenle, kültürel belleğin ifade biçimi, geçmiş ve gelecek arasında oluşturulan bir anlatı köprüsüdür. Mimari yapıla, kentin dokusu söylemsel birer araç olarak karşımıza çıkmaktadır. dolayısıyla, mimarlık sadece bir estetik anlayış değil; kültürel kimlik, toplumsal bellek ve aidiyetin birer temsilidir. Jencks, geçmiş dönem mimarlığı, "Modern mimarlık tek anlamlıydı; oysa post modern mimarlık, kullanıcıya çok katmanlı bir mesaj sunar." diye anlatmaktadır (Jencks, 1977). Tschumi'ye göre ise, "Mimarlık, yalnızca biçimlerin değil, olayların da dilidir." (Tschumi, 1944).

Günümüzde mimari dil, toplumun anlatısı, teknoloji, kültürel çeşitlilik ve dijital temsillere yeniden yorumlanmaktadır. Teknolojinin ve dijital tasarımın hayata dahil olması ile mimari dilin sözlüğü de genişlemiştir. Yukarıdaki açıklamalar çerçevesinde mimarlık bir söylem ve anlam sistemidir. Sadece teknik bileşenlerle değil; toplumsal kimlik, hafıza ve anlatılarla kültürel birer göstergelerdir.

6. TÜRKİYE'DEN KÜLTÜREL VE MEKÂNSAL ÖRNEKLER

Kültürel mirasın mimari konumlanış üzerinden anlatılması, mekânın sadece fiziksel bir gösterge değil, toplumsal bellek, kimlik ve anlatının çok katmanlı bir dil ile ifade edilip

okunmasıdır. Türkiye'nin farklı coğrafyalarında —Mardin'in çok dilli toplumsal yapısının taş mimariyle kurduğu ortak estetikten, İstanbul'un Osmanlı'dan Cumhuriyet'e uzanan modernleşme sürecinde ortaya çıkan söylemsel dönüşüme; Safranbolu'nun koruma politikalarıyla yeniden üretilen geleneksel mekânsal kurgusundan, Anadolu konut geleneğinde yer alan "hayat", "sofa", "avlu" gibi yerel terimlerin kültürel anlam dünyasına— mimarlık, toplumsal deneyimlerin taşıyıcısı olarak işlev görmektedir. Bu bağlamda, her bir örnek yalnızca belirli bir kent dokusunu değil, aynı zamanda mimarlığın kültürel çeşitlilik, kimlik üretimi ve mekânsal bellekle kurduğu sürekli etkileşimi görünür kılmaktadır.

Mardin, tarih boyunca çeşitli kültürlere ev sahipliği yapmıştır. Burada Süryani, Arap, Kürt, Ermeni ve Türk toplulukları kültürel bir coğrafya oluşturmaktadır. Bu durum, mimari dokuyu direk yansımaktadır. Burada bulunan taş işçiliğinin karakteristik özelliği yalnızca yapıyı oluşturmamakta; aynı zamanda çok dilli ve çok dinli yaşamın da bir göstergesi olarak yer almaktadır. Mardin'in mimari karakteri, farklı etnik ve dini toplulukların paylaşım kültürü üzerine kuruludur; taş mimarideki bezemeler, kitabeler ve mekânsal düzenler bu çokkültürlü yaşamın sessiz tanıklarıdır. Mardin evlerinin iç kısmında bulunan avlu, evlerin yapısı, mahremiyet ve toplumsal yaşam pratikleriyle ilgili bilgi vermektedir. Ayrıca, Süryani taş ustalarının oluşturduğu bezeme eserleri ve o dile ait kitabeler mekânsal bir sözlüğün yapı taşını oluşturmakta, çoğul bir mimari dilin üretimine katlı sağlamaktadır. Bu yapısal bütünlüğü Ahunbay (2021), "Mardin'de taş, yalnızca bir yapı malzemesi değil, kültürlerarası iletişimin de ortak zeminidir." (Ahunbay, 2021, s. 120), şeklinde ifade etmektedir. Bu nedenle, Mardin mimarisi, çok dilli toplumsal yapıyı hem malzeme hem de mekân üzerinden görünür kılmaktadır.

İstanbul, mimari söylemde özellikle Osmanlı devletinin son zamanlarında önemli değişikler göstermektedir. Çeşitli üsluplara ev sahipliği yapmış ve Cumhuriyet'in ilanı ile mimarlık ideolojide bir araç haline gelmiş ve yeni devletin kimliğine yön vermiştir. Çelik (1993), geç Osmanlı modernleşmesini şu şekilde açıklamıştır: "Geç Osmanlı İstanbul'u, mimarlık aracılığıyla Doğu ile Batı arasında kurduğu söylemsel dengeyi sürekli yeniden tanımlamıştır." (Çelik, 1993). Cumhuriyet döneminde ise yenilikçi yaklaşımlar çeşitli yabancı mimarlarla güçlendirilmekte, ulusal mimarlık arayışıyla da birleştirilmektedir. Bozdoğan (2001), "Erken Cumhuriyet mimarlığı, modernliği yalnızca biçimsel bir yenilenme olarak değil, ulusun ilerlemeci kimliğinin mekânsal bir ifadesi olarak kurgulamıştır." şeklinde açıklamıştır. İstanbul'da yaşayan birçok kimlik bu değişimleri kendi dillerinde yansıtmadırlar. Konut tipinin değişimi, kamu binalarının yeniden tasarlanması ve kent planlamasının ideolojik bir araç haline gelmesiyle birçok farklı mimari dilin kesişim alanı haline gelmektedir. Çünkü yaşayan birçok

topluluk kendi ifade şekillerini kullanmakta ve gelecek nesile bu şekilde aktarmaktadır. Örneğin, Selçuklu döneminde sofa kelimesi, revak (gölgelik, geçiş mekânı) kelimesi ile karşılanmakta; dâr kelimesi ev anlamı ya da avlulu konut tipi için kullanılmaktadır. Her dönem kendine ait bir dile ve kimliğe sahiptir.

Diğer bir alan olan Safranbolu, geleneksel konut dokusu ile göze çarpmaktadır. Kültürel mirasın uluslararası bağlamda en önemli modellerinden biridir. Bu durum sadece fiziksel restorasyonu içermemekte aynı zamanda geleneksel mekânsal dilin de yeniden yorumlanmasını göstermektedir. Safranbolu gerek özgünlüğü ile gerekse kendine has şehir yerleşimi ile önemli bir alandır. Kuban (1995)'te bu özgünlüğü "Safranbolu evleri, Osmanlı konut mimarisinin mekânsal prensiplerini en bütüncül hâliyle koruyan canlı bir laboratuvardır." (Kuban, 1995) şeklinde anlatmaktadır. UNESCO'da da geleneksel Türk-Osmanlı şehir mimarisini yansıtan önemli bir yer olarak yer almaktadır. Bu mimarinin her dönem yeni kimliklerle ifade edilmesi Safranbolu'nun kendine has özelliğini vurgulanması önemlidir. Çünkü her yaşayan toplum oradaki mimariyi farklı kullanmakta ve adlandırmaktadır. Aşağıdaki Tablo 1'de Mardin, İstanbul ve Safranbolu'da kullanılan birkaç alanın ne amaçla ifade edildiği gösterilmektedir:

Table 1. Kavramların mekanlardaki karşılıkları

Kavramların mekanlardaki karşılıkları			
Terim	Mardin	İstanbul	Safranbolu
Avlu	Mahremiyet + iklimsel yaşamın merkezi	Küçük, servis odaklı	İşlevsel üretim alanı
Sofa	Daha sınırlı; eyvan öncelikli	Hane içi merkez + temsil mekânı	Konutun merkezi, odaların dağıtıldığı yaşam alanı
Hayat	Serinlik, yarı açık mekân	Bazen dış sofa / geçiş alanı	Taşlık-hayat olarak giriş ve gündelik iş mekânı
Dam	Yazlık uyuma alanı	Nadiren	Yok
Eyvan	Belirleyici unsur	Saray ve köşklerde sınırlı	Yok (klasik Osmanlı ev formu baskın)

Bu bağlamda, kimlik, hafıza ve mekânsal dilin sürdürülebilirliği açısından miras alanlarının önemi büyüktür. Dile olan katkısı oldukça fazladır. Çünkü her medeniyet kendine ait bir iz bulundurmakta, bunları gelecek kuşaklara aktarmaktadır. Toplumsal kimliğin ve belleğin değişimi dile de etki etmektedir.

SONUÇ

Kültürel Mirası "Okumak" ve "Yazmak"

Kültürel miras yalnızca korunacak fiziksel bir varlık değil, aynı zamanda dilsel ve anlatısal bir sistem olarak da karşımıza çıkmaktadır. Mekân, kimlik ve hafıza arasındaki ilişki, mimariyi bir dil olarak okumayı mümkün kılmakta; her yapı, her kent dokusu kendi kültürel sözlüğüyle

anlam kazanmaktadır. Paul Ricoeur'ün anlatı kimliği, Pierre Nora'nın hafıza mekânları ve Gaston Bachelard'ın mekân poetikası gibi kuramsal yaklaşımlar, mirasın dinamik ve çok katmanlı yapısını açıklamada temel referanslar olmuştur. Türkiye'den seçilen örnekler Mardin'in çokkültürlü taş mimarisi, Safranbolu'nun geleneksel konut düzeni ve İstanbul'un tarihsel söylemi mekânın bir anlatı dili olarak nasıl işlediğini somutlaştırmaktadır. Sonuç olarak, kültürel mirasın korunması yalnızca yapısal müdahalelerle değil, onun dilinin anlaşılması ve çağdaş bağlamda yeniden üretilmesiyle mümkündür. Bu yaklaşım, koruma politikalarında semiyotik, dilbilimsel ve anlatısal yöntemlerin önemini vurgulayan disiplinler arası bir perspektif geliştirmeyi gerektirmektedir. Her yapı bir kelime, her kent bir metin, her kuşak ise bu metni yeniden okuyan bir anlatıcıdır. Bu yaklaşım, koruma politikalarında semiyotik, dilbilimsel ve anlatısal yöntemlerin önemini vurgulayan disiplinler arası bir perspektif geliştirmeyi gerektirmektedir. Ayrıca çalışma mimarlık ve kültürel miras araştırmalarına dilbilimsel bir perspektif kazandırmaktadır. Türkiye bağlamında çok dilli kültürel geçmişin (Arapça, Kürtçe, Ermenice, Rumca, Osmanlıca) mimari belleğe etkisini özgün bir bakış sunar.

KAYNAKÇA

Ahunbay, Z. (2021). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*. İstanbul: YEM Yayın.
Aşılıoğlu, F., & Memlük, Y. (2010). Frig Vadisi kültür mirası alanlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 185–197.
Avcı, M., & Memişoğlu, H. (2016). Kültürel miras eğitimine ilişkin sosyal bilgiler öğretmenlerinin görüşleri. *İlköğretim Online*, 15(1), 104–124.
Barthes, R. (1967). *Le système de la mode*. Paris: Seuil.
Bozdoğan, S. (2001). *Modernism and nation-building: Turkish architectural culture in the early Republic*. Seattle: University of Washington Press.
Çelik, Z. (1993). *The remaking of Istanbul: Portrait of an Ottoman city in the nineteenth century*. Berkeley: University of California Press.
Crane, S. A. (1997). Memory, distortion, and history in the museum. History and Theory, 36(4), 44–63. http://www.jstor.org/stable/2505574
Dosse, F. (2012). Pierre Nora ou l'avènement de l'intellectuel démocratique. Revue Historique, 4(664), 921–936. https://www.jstor.org/stable/23353100
Jencks, C. (1977). The language of post-modern architecture. New York: Rizzoli.
Kiper, P. (2004). Küreselleşme sürecinde kentlerimize giren yeni tüketim mekânları ve yitirilen kent kimlikleri. Planlama, 4, 14–18.
Kişmir, A. (2021). Hafıza mekânı olarak Tac Mahal. In A. M. Dündar & Y. Kayalı (Eds.), *Türkiye'de Hindistan Çalışmaları*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
Kuban, D. (1995). *Türk hayatlı evi*. İstanbul: Eren Yayıncılık.
Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2009). *Kültürel miras ve müzecilik*. https://s3.ktb.gov.tr/web-icerik-yonetim-sistemi/Eklentiler/1279 (Erişim: 14.09.2025)
Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Oxford: Blackwell.
Nora, P. (2006). *Hafıza mekânları* (Çev. M. E. Özcan). Dost Kitabevi.
Norberg-Schulz, C. (1975). *Meaning in Western architecture*. New York: Rizzoli.
Özbek, D. A. (2016). *Mimari mekânın tanımlanması üzerine bir çalışma*. Doktora Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

Özkaya Duman, O. (2017). A chronical reference in history research "collective memory": "Past, present and future of the encounter corridor on memory". *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(4), 1082–1089. https://doi.org/10.24289/ijsser.303669
Ricoeur, P. (1984). *Time and narrative* (Vol. 1). Chicago: University of Chicago Press.
Sevinç, M. (2019). Bir hafıza mekânı olarak kent meydanı ve dönüşümü: Otto Herbert Hajek'in Ankara Hergelen Meydan Projesi örneği. *Akdeniz Sanat*, 13(24), 47–62. https://dergipark.org.tr/tr/pub/akdenizsanat/issue/47178/594082
Selanik Ay, T., & Kurtdede Fidan, N. (2013). Öğretmen adaylarının "kültürel miras" kavramına ilişkin metaforları. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(12), 1135–1152.
Tschumi, B. (1994). *Architecture and disjunction*. Cambridge, MA: MIT Press.
Tuan, Y.-F. (1991). *Space and place: The perspective of experience*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
UNESCO World Heritage Centre. (1994). *Safranbolu World Heritage nomination dossier*.
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2023). *Text of the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage*. https://ich.unesco.org/en/convention (Erişim: 10.09.2025)
Uslu, A. (2016). Hafıza ve geçmişin talebi olarak tarih arasındaki ayrım. ViraVerita E-Dergi, (3), 42–64.
Williams, R. (1977). Culture and society: 1780–1950. Middlesex: Penguin Books.

AKDENİZ BÖLGESİ'NDE ORMAN ÜRÜNLERİ İHRACATININ MEKÂNSAL VE ZAMANSAL ANALİZİ (2004-2024): CBS TABANLI BİR YAKLAŞIM

Ögr. Gör. Dr. Ayşe KONU ESKİTOĞLU
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational School, Department Of Architecture And Urban Planning, 15300 Bucak, Burdur
ORCID: 0000-0003-3737-2054
Merve ŞENCAN
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Social Sciences, Graduate Student, 15300 Bucak, Burdur
ORCID: 0000-0002-0406-1623
Prof. Dr. Ali ÖZHAN AKYÜZ
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational Higher School Of Technical Sciences, Department of Electronics and Automation, 15300 Bucak, Burdur
ORCID: 0000-0001-9265-7293

ÖZET

Türkiye ekonomisinde önemli bir paya sahip olan orman ürünleri sektörü, hammadde temini ve işleme kapasitesi bakımından Akdeniz Bölgesi'nde stratejik bir konuma sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Bölgesi'ndeki orman ve ağaç ürünleri ihracatının 2004-2024 yılları arasındaki yirmi yıllık süreçte geçirdiği mekânsal ve zamansal değişimi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak analiz etmektir.

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi'ndeki illerin 2004–2024 dönemine ait ağaç ve orman ürünleri ihracatı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli mekânsal analiz yaklaşımıyla incelenmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) veri tabanlarından elde edilen dış ticaret verileri kullanılmıştır. Analiz için 2004, 2009, 2014, 2019 ve 2024 yılları referans alınarak 5'er yıllık periyotlar belirlenmiş ve bu yıllara ait ihracat hacimleri il bazında mekânsallaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında Adana, Antalya, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, Isparta ve Burdur illerine ait yıllık ihracat değerleri (1000 $) dış ticaret istatistiklerinden derlenmiş ve il sınırlarını temsil eden poligon verisi ile CBS ortamında ilişkilendirilmiştir. Öncelikle seçilen beş yıl (2004, 2009, 2014, 2019 ve 2024) için tematik haritalar oluşturularak bölgesel ihracatın zamansal dağılımı görselleştirilmiştir. Daha sonra ardışık dönemler arasındaki farklar (2004–2009, 2009–2014, 2014–2019, 2019–2024) ile 20 yıllık toplam değişimi gösteren fark haritaları üretilmiş ve ihracatın yoğunlaştığı merkezler ve mekânsal kaymalar tespit edilmiştir. Ayrıca uygulanan trend analizleri ile bölgenin ihracat potansiyelindeki artış ve azalış eğilimleri görselleştirilmiştir. Bulgular, Antalya ve Adana'nın tüm dönem boyunca bölgenin en yüksek ihracat hacmine sahip illeri olduğunu, Kahramanmaraş ve Mersin'in ise son yıllarda yükselen bir eğilim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Burdur, Isparta ve Osmaniye'de zaman zaman durağan ya da negatif yönlü değişimler gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, orman

ürünleri ihracatının Akdeniz Bölgesi'nde kıyı illeri lehine yoğunlaştığını ve bölgesel planlama süreçlerinde mekânsal farklılıkların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu araştırma, bölgesel kalkınma planları ve sektörün ihracat stratejilerinin belirlenmesinde karar vericilere mekânsal bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Orman Ürünleri İhracatı, Akdeniz Bölgesi, Mekânsal Analiz

ABSTRACT

The forest products sector, holding a significant share in the Turkish economy, occupies a strategic position in the Mediterranean Region regarding raw material supply and processing capacity. The aim of this study is to analyze the spatial and temporal evolution of forest and wood product exports in the Mediterranean Region over the twenty-year period between 2004 and 2024, utilizing Geographic Information Systems (GIS) techniques. In this study, the exports of wood and forest products from provinces in the Mediterranean Region during the 2004–2024 period were examined using a GIS-supported spatial analysis approach. Foreign trade data obtained from the databases of the Turkish Statistical Institute (TurkStat) and the Turkish Exporters Assembly (TIM) were utilized within the scope of the study. Five-year intervals were established for the analysis, with 2004, 2009, 2014, 2019, and 2024 serving as reference years; subsequently, the export volumes for these years were spatialized on a provincial basis.

Within the scope of the study, annual export values ($1,000) for the provinces of Adana, Antalya, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, Isparta, and Burdur were compiled from foreign trade statistics and integrated with polygon data representing provincial boundaries within the GIS environment. Initially, thematic maps were generated for the five selected years (2004, 2009, 2014, 2019, and 2024) to visualize the temporal distribution of regional exports. Subsequently, difference maps illustrating the variations between consecutive periods (2004–2009, 2009–2014, 2014–2019, 2019–2024) as well as the total change over the 20 years were produced, thereby identifying export hubs and spatial shifts. Furthermore, increasing and decreasing trends in the region's export potential were visualized through trend analyses. The findings reveal that Antalya and Adana maintained the highest export volumes in the region throughout the entire period, whereas Kahramanmaraş and Mersin demonstrated an upward trend in recent years. Conversely, stagnant or negative changes were periodically observed in Burdur, Isparta, and Osmaniye. The results indicate that forest product exports in the Mediterranean Region have concentrated in favor of coastal provinces, suggesting that spatial disparities must be considered during regional planning processes. This research provides

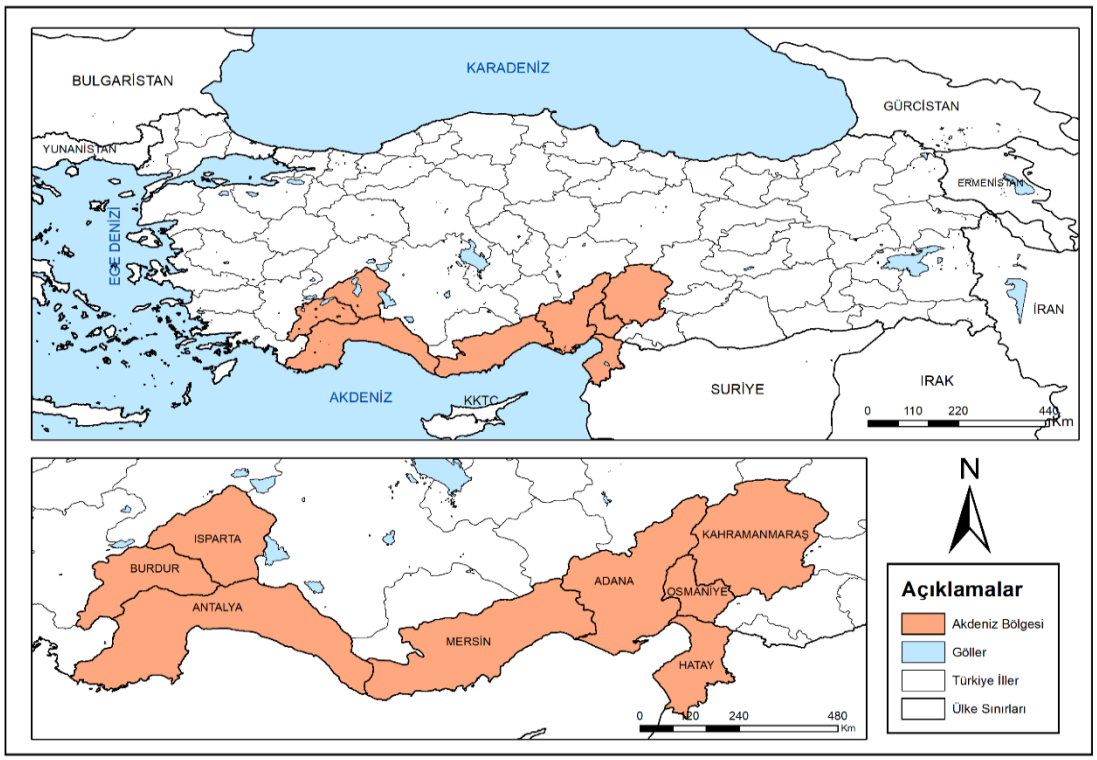
decision-makers with a spatial perspective for the formulation of regional development plans and sectoral export strategies.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), Forest Products Export, Mediterranean Region, Spatial Analysis.

GİRİŞ

Orman ürünleri sektörü gerek yenilenebilir hammadde yapısı gerekse dış ticarette sağladığı katma değer nedeniyle Türkiye ekonomisi açısından stratejik bir öneme sahiptir (Aydın & Yılmaz, 2019). Mobilya, kağıt ve odun bazlı diğer sanayi kollarına girdi sağlayan bu sektör, hem bölgesel kalkınmaya hem de ulusal ekonomik büyümeye önemli katkılar sunmaktadır (Günşen et al., 2021). 2000'li yıllardan itibaren dış pazarlara açılma eğiliminin hızlanması, Türkiye'nin orman ürünleri ihracatında belirgin bir artış trendine yol açmış; özellikle liman ve lojistik kapasitesi güçlü bölgelerde bu artış daha belirgin şekilde gözlenmiştir (TÜİK, 2024).

Akdeniz Bölgesi, sahip olduğu limanlar, sanayi altyapısı ve dış ticaret ağları sayesinde orman ürünleri ihracatında ülke genelinde öne çıkan bir konuma sahiptir (Demir & Ertürk, 2020) (Şekil 1). Antalya, Adana, Mersin ve Hatay gibi iller; mobilya, kereste, levha ve çeşitli ağaç ürünleri üretiminde önemli merkezler hâline gelmiş; ihracat faaliyetleri büyük oranda bu illerde yoğunlaşmıştır (Köse, 2018). Ancak bölgedeki iller arasında ihracat hacimleri bakımından homojen bir yapı bulunmamakta, bazı illerde hızlı ve istikrarlı büyüme görülürken bazı illerde durağan ya da gerileyen eğilimler ortaya çıkmaktadır (Yıldız, 2022).



Şekil 1. Çalışma alanı Lokasyon Haritası

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), ekonomik, çevresel ve bölgesel kalkınma çalışmalarında mekânsal verinin analiz edilmesi, görselleştirilmesi ve yorumlanması açısından güçlü araçlar sunmaktadır (Longley et al., 2015). CBS'nin özellikle dış ticaret, sanayi dağılımı ve ekonomik kümelenmeler üzerindeki analizlerde kullanılması, mekânsal paternlerin daha net ortaya konmasına olanak vermektedir (Alkan & Özyurt, 2020). Bu yönüyle CBS'nin orman ürünleri ihracatının zamansal ve mekânsal değişimini incelemek için uygun bir metodolojik çerçeve sunduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın temel amacı, Akdeniz Bölgesi illerinin 2004–2024 yılları arasındaki orman ürünleri ihracatını CBS tabanlı mekânsal analiz yöntemleriyle incelemek ve iller arasındaki mekânsal farklılıkları ortaya koymaktır. Bu kapsamda beş farklı yıla ait tematik haritalar üretilmiş, dönemsel fark haritaları oluşturulmuş ve illerin uzun dönemli trendleri değerlendirilmiştir. Böylece, bölgedeki ihracat dinamiklerinin zaman içindeki dönüşümü analiz edilerek bölgesel planlama ve politika üretim süreçlerine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Akdeniz Bölgesi'ne ait 2004, 2009, 2014, 2019 ve 2024 yıllarındaki Ağaç ve Orman Ürünleri ihracat verilerinin mekânsal ve zamansal değişimini CBS tabanlı olarak incelemektedir. Analizler, ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak yürütülmüş; il bazlı ihracat değişimlerinin bölgesel dağılımını ortaya koymak amacıyla tematik haritalar, fark haritaları ve grafik destekli değerlendirmeler oluşturulmuştur.

2.1 Veri Setleri

Çalışmada kullanılan temel veriler aşağıdaki kaynaklardan elde edilmiştir:

İhracat verileri (2004-2024): Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) ve sektör bazlı alt birimlerden derlenen yıllık Ağaç ve Orman Ürünleri ihracat miktarları (1000$).

İdari Sınırlar: Türkiye İller Sınırı shapefile verisi (GADM/OGC uyumlu).

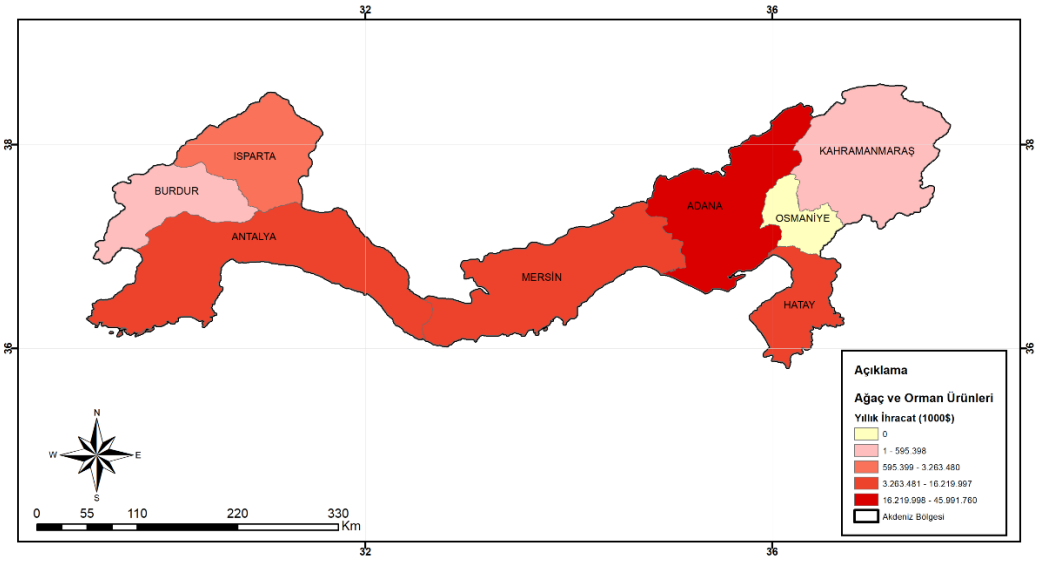
Tüm mekânsal veriler WGS 1984/UTM Zone 36N koordinat sistemine dönüştürülerek çalışmada tutarlılık sağlanmıştır.

2.2 Zamansal CBS Analizleri

Çalışma kapsamında Excel ortamında düzenlenen yıllık ihracat verileri, ArcGIS platformuna aktarılarak Join yöntemiyle Türkiye idari sınırları katmanına entegre edilmiştir. Veri tutarlılığı Field Calculator aracılığıyla sağlandıktan sonra, mekânsal dağılımı analiz etmek amacıyla tematik haritalar üretilmiştir. Haritalama sürecinde Graduated Colors tekniği ve Doğal Kırılımlar (Jenks) algoritması kullanılarak veriler beş sınıfa ayrılmış; yüksek değerler koyu kırmızı tonlarla vurgulanarak bölgesel farklılıkların karşılaştırılması sağlanmıştır.

Beş dönemlik veriler (2004, 2009, 2014, 2019, 2024) zamansal olarak karşılaştırılmış ve 20 yıllık süreçteki mekânsal değişim eğilimleri ortaya konmuştur.

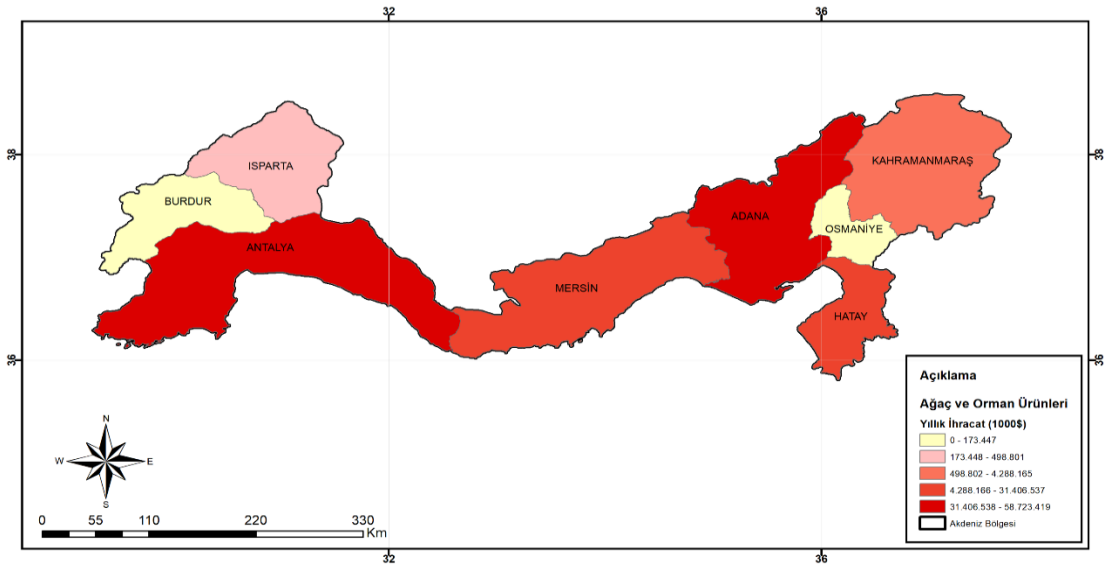
2004 yılında Akdeniz Bölgesi'ndeki ağaç ve orman ürünleri ihracatı, bölgesel ölçekte belirgin farklılıklar göstermektedir. Antalya, Mersin ve Adana öne çıkan iller olup orta-yüksek ölçekli ihracat değerlerine sahiptir. Osmaniye'de ihracatın sıfıra yakın olduğu görülürken, Burdur ve Isparta gibi kuzeydeki illerde düşük düzeyli ancak var olan bir ithalat kapasitesi izlenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Akdeniz Bölgesi 2004 Yılı Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değerleri (1000$)

Bölgenin doğu ve batı uçları arasında oluşan bu heterojen dağılım, 2000'li yılların başında üretim ve sanayi altyapısının belirli merkezlerde yoğunlaştığını göstermektedir.

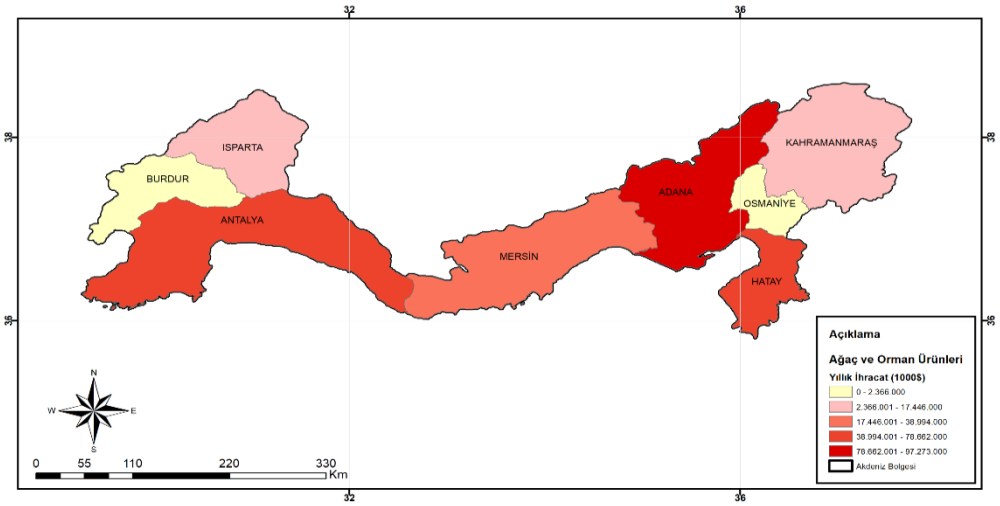
2009 yılı, Akdeniz Bölgesi'nin orman ürünleri ihracatında belirgin bir yoğunlaşma dönemini yansıtmaktadır. Antalya ve Adana, bölgenin en yüksek ihracat değerlerine ulaşarak üretim ve dış ticaret kapasitesinin merkezleri hâline gelmiştir. Mersin ve Kahramanmaraş orta düzeyde güçlü bir artış sergilerken, Isparta ve Burdur'da ihracat daha sınırlı bir ölçekte gerçekleşmiştir. Osmaniye'de ise ihracat değerlerinin oldukça düşük olması, bölgedeki üretim altyapısının henüz gelişmediğine işaret etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Akdeniz Bölgesi 2009 Yılı Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değerleri (1000$)

Genel olarak 2004'e kıyasla ifade edilen mekânsal genişleme, 2009 yılında ticari faaliyetin bölge genelinde daha dengeli bir şekilde yayılmaya başladığını göstermektedir.

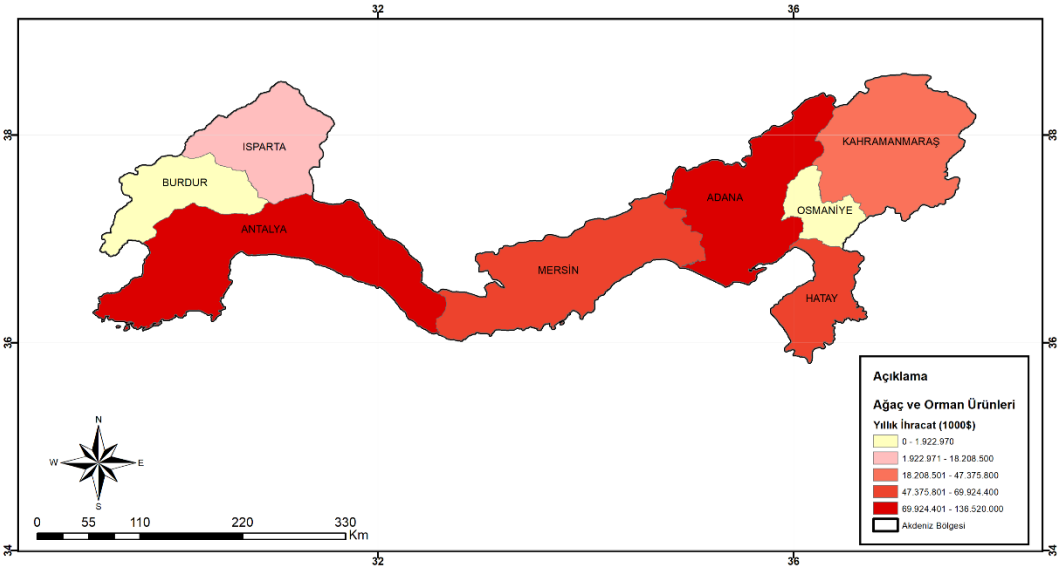
2014 yılı, Akdeniz Bölgesi'nin orman ürünleri ihracatında belirgin bir büyüme ve mekânsal yoğunlaşma eğilimine işaret etmektedir. Adana ve Antalya, önceki yıllara kıyasla ihracat değerlerini daha da artırarak bölgenin ticari çekim merkezleri olmayı sürdürmüştür. Mersin ve Hatay, orta-yüksek ölçekli ihracat performansıyla bölgesel üretim zincirinde önemli bir konum edinmiştir. Buna karşılık Osmaniye'nin düşük değer aralığında tutulması, üretim veya kayıtlı dış ticaret faaliyetlerinin sınırlı kaldığını göstermektedir. Isparta ve Burdur ise nispeten düşük-orta bantlarda yer alarak bölgenin kuzey kesiminde daha durağan bir ihracat yapısının sürdüğünü ortaya koymaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Akdeniz Bölgesi 2014 Yılı Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değerleri (1000$)

Genel olarak 2014 yılı, ihracatın hem bölge genelinde yayılım hem de merkez illerde yoğunlaşma eğilimi gösterdiği dengeli bir dağılım sunmaktadır.

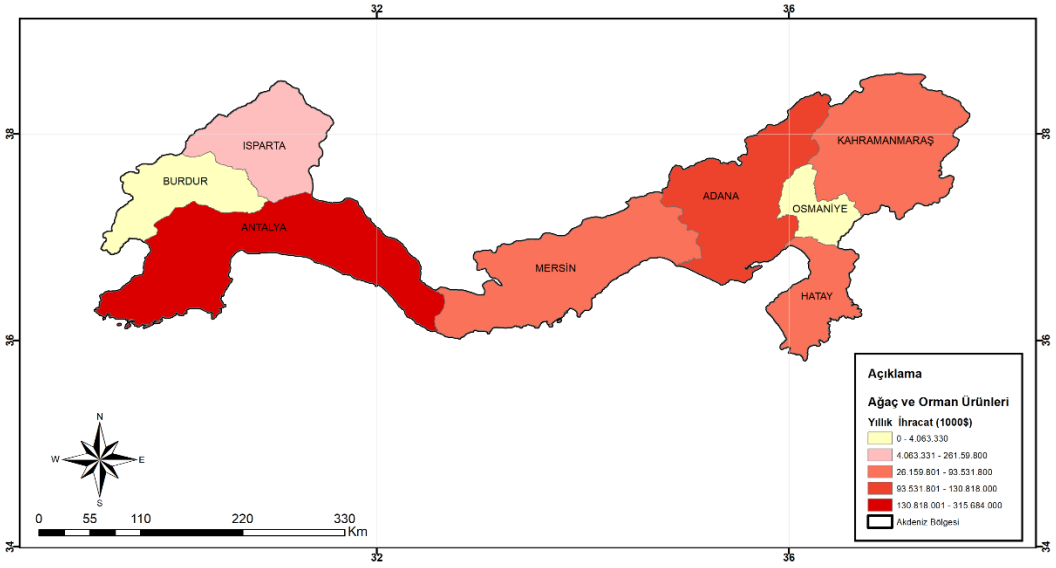
2019 yılı, Akdeniz Bölgesi'nin dış ticaret yapısında belirgin bir büyüme ve mekânsal yoğunlaşma göstermiştir. Antalya ve Adana, en yüksek ihracat sınıfında yer alarak bölgenin orman ürünleri sanayisinde lider konumlarını güçlendirmiştir. Mersin ve Hatay, orta-yüksek değer aralığında istikrarlı bir artış eğilimi göstermiş ve bölgesel ihracat zincirinin önemli halkaları olarak öne çıkmıştır. Buna karşılık Osmaniye, önceki yıllara benzer şekilde en düşük sınıfta yer almakta olup üretim kapasitesi veya dış ticaret kayıtlarının sınırlı olduğunu işaret etmektedir. Isparta ve Burdur ise orta ve düşük seviyelerde konumlanarak bölgenin batısında nispeten daha durağan bir ihracat faaliyetinin sürdüğünü göstermektedir.



Şekil 5. Akdeniz Bölgesi 2019 Yılı Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değerleri (1000$)

Genel olarak 2019 yılı, bölgesel ihracatın güçlü merkezlerde yoğunlaştığı; doğu ve batı alt bölgelerde ise daha ılımlı bir artışın gözlendiği bir dönem olmuştur.

2024 yılı, Akdeniz Bölgesi'nin ağaç ve orman ürünleri ihracatında önceki dönemlere göre belirgin bir ölçek büyümesine sahne olmuştur. Antalya ve Adana, en yüksek ihracat sınıfında yoğunlaşarak bölgenin üretim ve dış ticaret omurgasını oluşturmaya devam etmiştir. Antalya'nın 130 milyon doların üzerindeki ihracat performansı, hem sektör çeşitliliğinin hem de işleme kapasitesinin yıllar içinde belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Mersin, Hatay ve Kahramanmaraş orta–yüksek değerlerde yer alarak güçlü sanayi altyapısına sahip ikinci kademe üretici konumunu korumuştur. Buna karşın Osmaniye yine en düşük sınıfta kalmış, bu durum ilin ihracat potansiyelinin sınırlı olduğunu veya üretim hacminin iç piyasaya yönelik olduğunu göstermektedir. Bölgenin batısında Burdur ve Isparta daha düşük sınıflarda yer almakla birlikte istikrarlı bir artış eğilimini sürdürmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Akdeniz Bölgesi 2024 Yılı Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değerleri (1000$)

Genel olarak 2024 yılı, Akdeniz Bölgesi'nde ihracat hacminin mekânsal olarak belirgin merkezlerde yoğunlaştığı, ancak bütün bölge genelinde büyümenin sürdüğü bir dönem olarak öne çıkmaktadır.

BULGULAR

Bu bölümde 2004-2024 arasında beşer yıllık dönemlerde meydana gelen ihracat değişimleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Fark haritaları, her dönemin mutlak artış miktarını mekânsal olarak göstermekte ve bölgedeki ihracat dinamiklerinin hangi illerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Fark Analizi (2004-2024 Dönemsel Değişim)

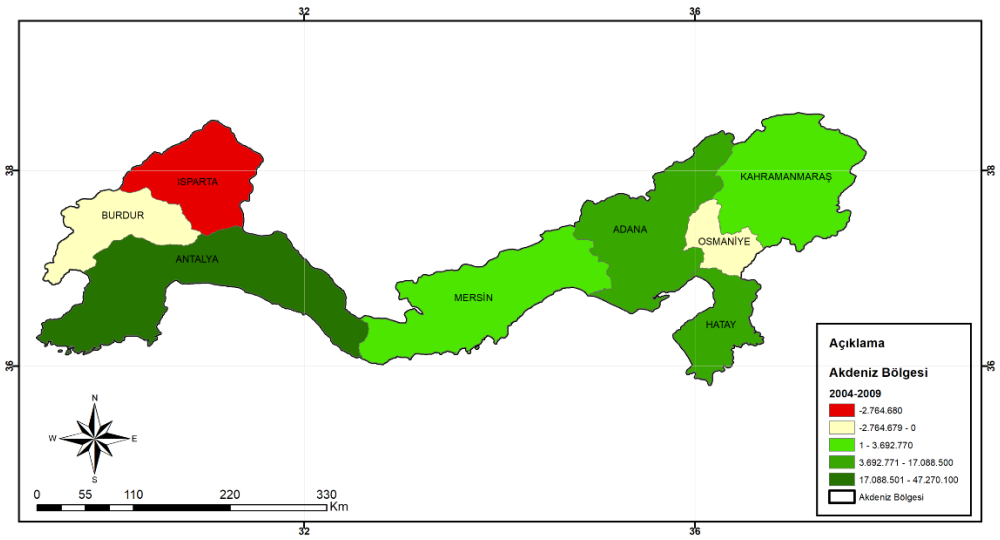
Zamansal fark analizi, orman ürünleri ihracatındaki değişimlerin yıllar arasındaki mekânsal dağılımını belirlemek için sıkça kullanılan bir CBS tekniğidir (Longley et al., 2015). Bu yöntem, her döneme ait ihracat değerlerinin ardışık yıllar arasında karşılaştırılmasıyla mutlak artış veya azalış miktarlarının il düzeyinde haritalanmasına olanak tanır. Bu çalışmada 2004-2009, 2009-2014, 2014-2019 ve 2019-2024 dönemleri için fark haritaları oluşturulmuş; ayrıca tüm süreci kapsayan 20 yıllık toplam fark (2004-2024) analizi gerçekleştirilmiştir. Fark haritaları, bölgedeki gelişim eğilimlerinin mekânsal olarak nasıl şekillendiğini ortaya koyarak, özellikle hangi illerin ihracat kapasitesini artırdığı veya gerilediği konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Böylece, yıllık tematik haritalarla elde edilen genel eğilimler tamamlanmakta ve bölgenin ticari dönüşümünün zamansal dinamikleri daha net bir şekilde görülebilmektedir.

2004-2009 Dönemi İhracat Değişimi Analizi

2004-2009 dönemine ait fark haritası, Akdeniz Bölgesi illerinin ağaç ve orman ürünleri ihracatında beş yıllık süreçte yaşanan mekânsal değişimi ortaya koymaktadır. Haritaya göre en

dikkat çekici düşüş Isparta'da gözlenmiş olup, il kırmızı tonla temsil edilen -2,7 milyon doların üzerindeki negatif değişim ile bölgedeki tek belirgin gerileme yaşayan ildir. Bu durum, Isparta'nın 2004 yılında görece düşük olan ihracat kapasitesini 2009'a doğru daha da kaybettiğini göstermektedir.

Antalya, bölgenin en güçlü artış gösteren ili olarak öne çıkmaktadır. Haritada koyu yeşil tonla temsil edilen il, 17 milyon doların üzerinde ihracat artışıyla 2004-2009 döneminin lideridir. Antalya'nın bu performansı, sektörün üretim ve dış ticaret yapısındaki hızlı gelişimle uyumludur. Hatay, Adana, Mersin ve Kahramanmaraş illeri de yeşil tonlarla gösterilen, 1 ila 17 milyon dolar arasında artış yaşayan iller grubundadır. Bu illerdeki büyüme, coğrafi konum, liman altyapısı, ahşap işleme tesisleri ve sektörün bölgesel üretim zinciriyle ilişkili görünmektedir. Burdur ve Osmaniye ise nötr tonlarda gözlenmekte olup değişim değerleri -2,7 milyon ile 0 arasında gerçekleşmiştir. Bu durum, iki ilin 2004-2009 arasında ihracat hacminde belirgin bir sıçrama yaşamadığını, ancak keskin bir düşüş de olmadığını göstermektedir (Şekil 7).



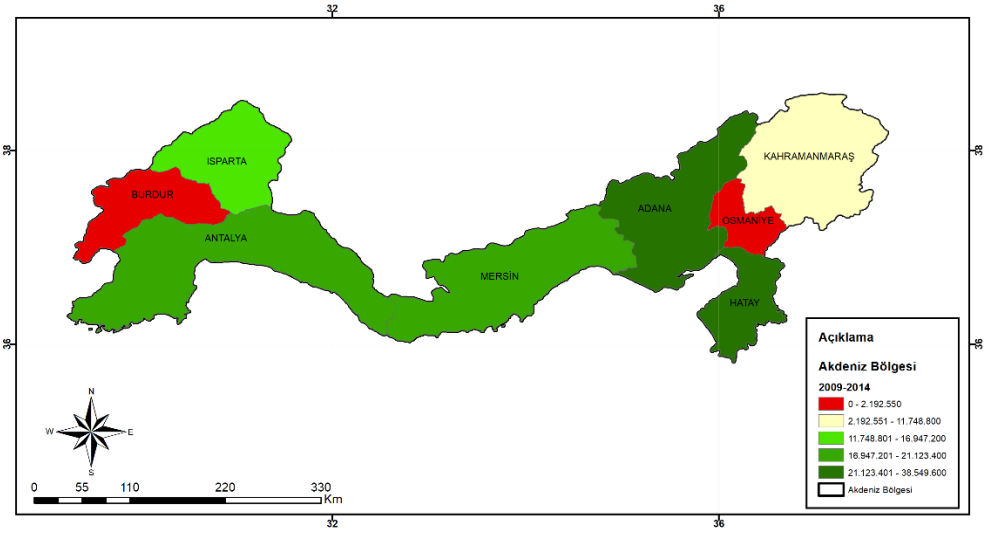
Şekil. 7. Akdeniz Bölgesi 2004-2009 Dönemi Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değişim Haritası

Genel olarak, harita Akdeniz Bölgesi'nin batısında (Antalya) güçlü bir yükseliş, kuzeybatısında (Isparta) belirgin bir düşüş ve doğusunda (Adana–Mersin–Kahramanmaraş hattı) orta seviyede bir artış trendi ortaya koymaktadır. Bu mekânsal farklılaşma, bölge içindeki üretim yapılarının ve sektörel yatırım yoğunluğunun il bazında değiştiğini göstermektedir.

2009-2014 Dönemi İhracat Değişimi Analizi

2009-2014 döneminde Akdeniz Bölgesi'ndeki ağaç ve orman ürünleri ihracatında belirgin mekânsal farklılaşmalar gözlenmektedir. Haritaya göre en yüksek artış, koyu yeşil tonlarıyla temsil edilen Adana, Mersin, Antalya ve Hatay illerinde gerçekleşmiştir. Bu illerde 11,7 milyon

USD ile 38,5 milyon USD arasında değişen güçlü bir artış söz konusudur ve bölgenin ihracat potansiyelinin özellikle kıyı şeridi boyunca güçlendiğini göstermektedir. Buna karşılık Osmaniye ve Burdur, kırmızı tonlarıyla görüldüğü üzere dönemde ihracat kaybı yaşayan iller olarak öne çıkmaktadır. Osmaniye'deki düşüş, bölgedeki üretim yapısındaki değişim veya sektörün yerel rekabet gücündeki zayıflıklarla ilişkili olabilir. Kahramanmaraş ise çok düşük artış kategorisinde yer almakta, bu durum ilin ilgili dönemde sınırlı bir büyüme performansı sergilediğini göstermektedir.Isparta, haritada açık yeşil tonuyla, ihracatta orta düzeyde bir artış göstermiştir. İl genelindeki ahşap ve orman ürünleri imalat kapasitesinin sınırlı ancak istikrarlı gelişimi bu eğilimi açıklamaktadır (Şekil 8).

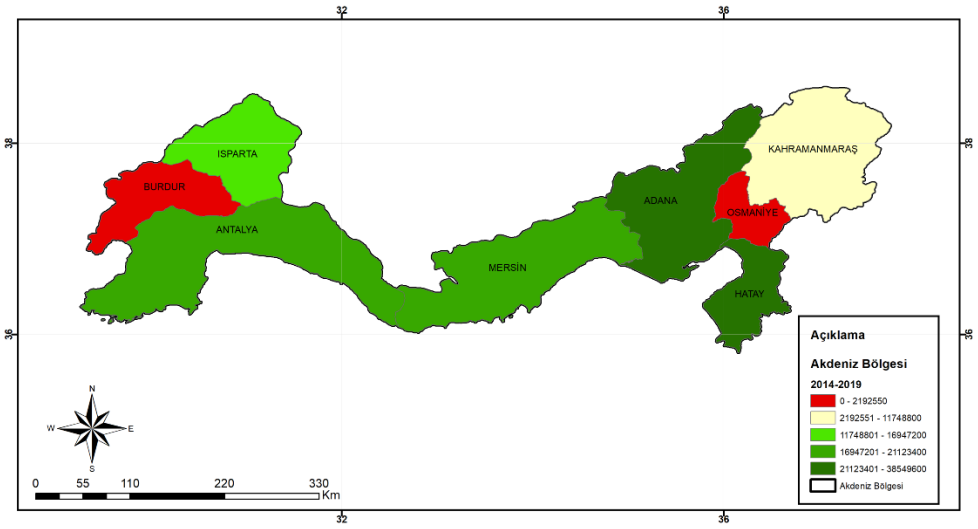


Şekil. 8. Akdeniz Bölgesi 2009-2014 Dönemi Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değişim Haritası

Genel olarak 2009-2014 dönemi, kıyı illerinin ihracatta ivme kazandığı, iç kesimlerde yer alan bazı illerin ise durağan veya gerileyen bir eğilim sergilediği bir faz olarak değerlendirilmiştir. Bu mekânsal farklılık, bölgedeki üretim altyapısının, lojistik avantajların ve dış pazar bağlantılarının ihracat artışında belirleyici faktörler olduğunu işaret etmektedir.

2014-2019 Dönemi İhracat Değişimi Analizi

2014-2019 dönemine ait fark haritası, Akdeniz Bölgesi illerinin ihracat performansında belirgin mekânsal farklılaşmalar olduğunu göstermektedir. Antalya, Adana ve Mersin illerinde pozitif ve orta-yüksek artışlar dikkat çekmekte olup özellikle Adana ve Mersin ihracatındaki düzenli büyüme, bölgenin doğu kesimindeki endüstriyel kapasitenin güçlendiğini ortaya koymaktadır. Isparta ve Hatay'da da istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlenmektedir. Buna karşın Burdur ve Osmaniye'de negatif değişim dikkati çekmekte; her iki ilde de ihracat değerleri önceki döneme göre gerilemiştir. Kahramanmaraş'ın düşük artış kategorisinde yer alması, ilin bölgesel büyüme dinamiklerine daha sınırlı katkı sunduğunu göstermektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Akdeniz Bölgesi 2014-2019 Dönemi Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değişim Haritası

Genel olarak bu dönem, Akdeniz Bölgesi'nde batı ve merkez ağırlıklı bir büyüme eğilimi ile Burdur-Osmaniye hattında daralma eğiliminin bir arada görüldüğü karma bir yapıya sahiptir.

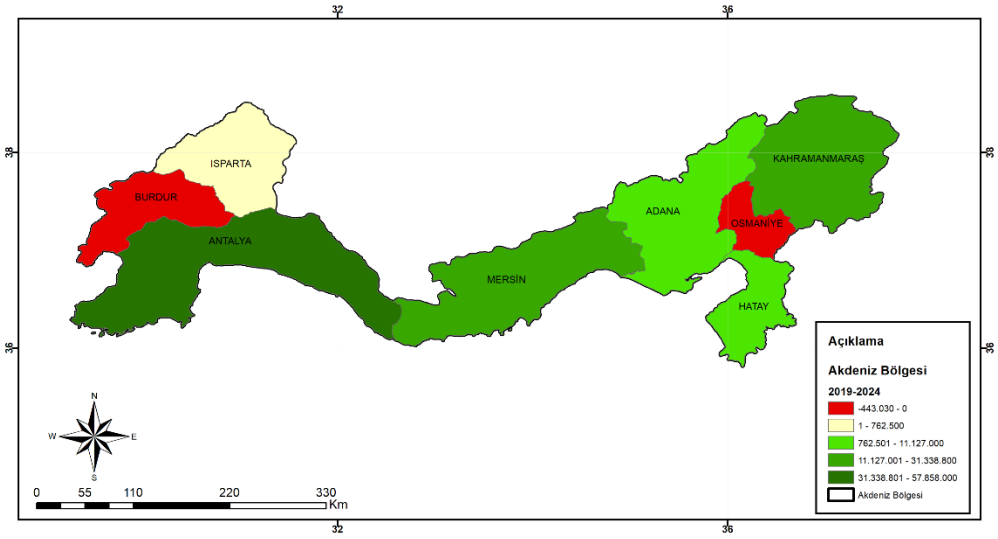
2019–2024 Dönemi İhracat Değişimi Analizi

2019–2024 yılları arasındaki ihracat değişimlerini gösteren fark haritası, Akdeniz Bölgesi'nde mekânsal olarak belirgin bir büyüme eğilimine işaret etmektedir. Antalya, Adana, Mersin ve Kahramanmaraş illeri, koyu yeşil ve yeşilin tonlarında görünmekte olup bu dönemde yüksek seviyede ihracat artışı yaşayan illerdir. Bu illerdeki büyüme, hem iç pazarda gelişen üretim kapasitesinin hem de ihracata yönelik sektörleşmenin güçlendiğini göstermektedir.

Hatay orta düzeyde artış göstermiştir; bu durum ilin sanayi yapısı ve 2023 depremi sonrası yeniden yapılanma sürecinin etkileriyle ilişkilendirilebilir.

Buna karşın Osmaniye ve Burdur, bu dönemde negatif fark kategorisinde yer almakta olup ihracat değerlerinde düşüş yaşamıştır. Özellikle Osmaniye'deki gerileme yüksek düzeydedir; bu durum ilin orman ürünleri ihracatında rekabet gücünü kaybettiği veya üretim kapasitesinde dalgalanmalar yaşandığına işaret etmektedir.

Isparta ise sınırlı artış kategorisindedir ve bölgesel artış eğilimine kıyasla daha durağan bir ihracat profili sergilemiştir (Şekil 10).



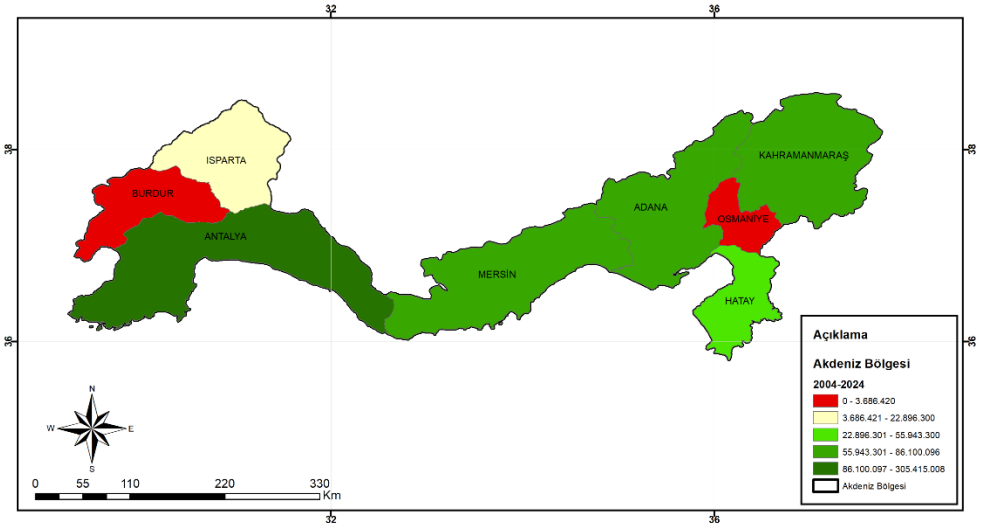
Şekil 10. Akdeniz Bölgesi 2019-2024 Dönemi Orman ve Ağaç Ürünleri İhracat Değişim Haritası

Genel olarak 2019–2024 dönemi, Akdeniz Bölgesi'nde ihracatın mekânsal açıdan batı ve doğu kesimlerde güçlendiği, ancak iç kesimlerde yer yer dalgalanmalar ve düşüşler bulunduğu bir dönem olarak öne çıkmaktadır.

2004–2024 Toplam İhracat Değişimi Analizi

2004–2024 dönemine ait toplam değişim haritası, Akdeniz Bölgesi illerinde yirmi yıllık süreçte ihracat performansının mekânsal olarak nasıl farklılaştığını açık şekilde ortaya koymaktadır. Haritada koyu yeşil tonlarla temsil edilen iller, uzun dönem boyunca en yüksek ihracat artışını gerçekleştiren alanları göstermektedir. Bu bağlamda Antalya, dönem boyunca açık ara en güçlü büyümeyi sergileyen il olup, bölgesel ihracatın ana lokomotifi hâline gelmiştir. Antalya'yı Mersin, Adana ve Kahramanmaraş takip etmektedir; bu illerde uzun dönemli artışın hem sanayi kapasitesinin gelişmesi hem de dış ticareti destekleyen lojistik altyapının güçlenmesiyle ilişkili olduğu değerlendirilebilir.

Diğer yandan, Burdur ve Osmaniye haritada kırmızı tonlarla gösterilmekte olup, bu illerde 20 yıllık toplam değişimin negatif olduğu görülmektedir. Bu durum, ihracat hacminin uzun dönem boyunca dalgalanma yaşadığını veya bölge içi rekabet, üretim yapısındaki değişimler ve kapasite kayıpları gibi nedenlerle gerileme eğiliminin ortaya çıktığını göstermektedir. Isparta ise sınırlı artış gösteren iller arasında yer almakta; bu düşük performans, ilin ihracat sektörlerinin daha sınırlı ölçekli ve düşük çeşitlilikte olmasına bağlanabilir (Şekil 11).



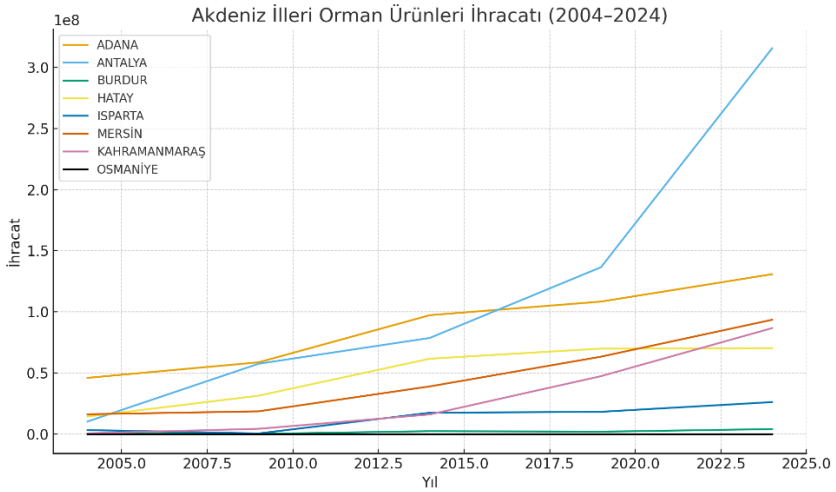
Şekil 11. Akdeniz Bölgesi 2004-2024 Dönemi Toplam İhracat Değişim Haritası

Genel olarak harita, Akdeniz Bölgesi'nde kıyı boyunca uzanan illerin (Antalya, Mersin, Adana, Hatay) bölgesel ticarette uzun dönemli bir büyüme ivmesi yakaladığını, buna karşılık iç kesimlerdeki bazı illerin (Burdur, Isparta) daha durağan veya gerileyen bir eğilim sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, bölgesel kalkınma ve sektör çeşitliliği açısından mekânsal eşitsizliklerin varlığına işaret etmektedir.

İstatistiksel Trend Analizleri

Zaman Serisi Analizi (2004–2024)

Zaman serisi analizi, 2004–2024 döneminde tüm illerde genel bir artış eğiliminin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Antalya'nın sürekli ve yüksek ivmeli artışı bölgenin ihracat kapasitesini belirleyen temel unsur olmuştur (Şekil 12).

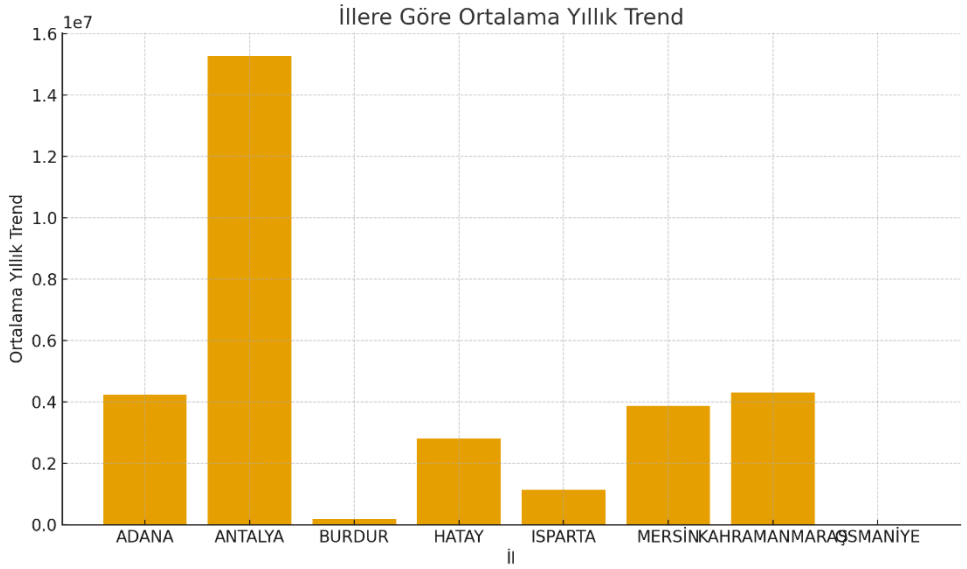


Şekil 12. Akdeniz İlleri Orman Ürünleri İhracatının Yıllara Göre Değişimi (2004–2024 Zaman Serisi Analizi)

Adana, Mersin ve Kahramanmaraş düzenli büyüme sergilerken, Hatay ve Isparta orta seviyede artış göstermiştir. Burdur ise düşük seviyede bir gelişim izleyerek bölgenin en yavaş ilerleyen ili konumunda kalmıştır.

Ortalama Yıllık Trend Karşılaştırması

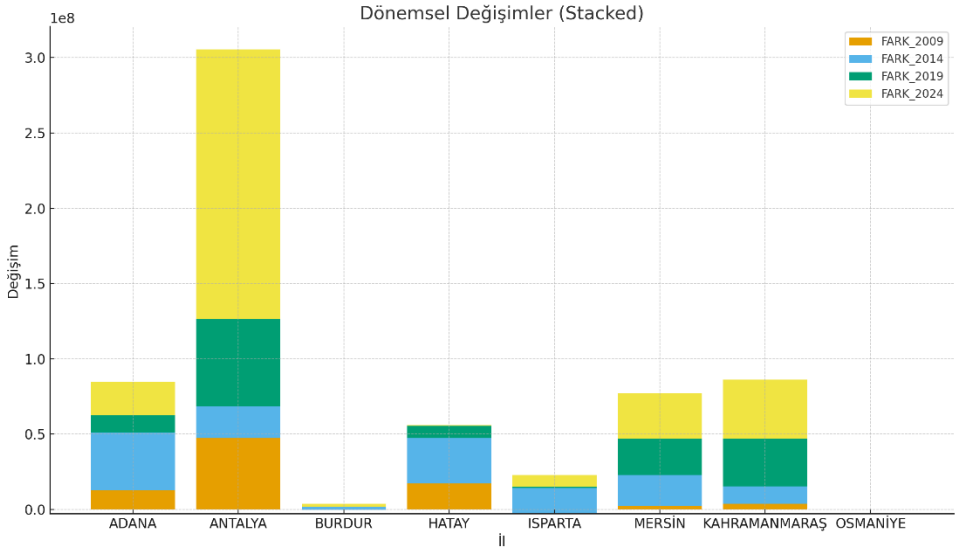
Ortalama yıllık artış değerleri illerin uzun vadeli büyüme hızlarını ortaya koymaktadır. Antalya'nın açık ara lider olduğu bu göstergeye göre Mersin, Adana ve Kahramanmaraş orta-yüksek artış düzeyindedir. Hatay ve Isparta istikrarlı ancak daha sınırlı artışlar sergilerken, Burdur belirgin şekilde düşük bir yıllık artış eğilimi göstermektedir (Şekil 13).



Şekil 13. İllere Göre Orman Ürünleri İhracatı Ortalama Yıllık Trend Değerleri

Dönemsel Değişimler (Stacked Bar)

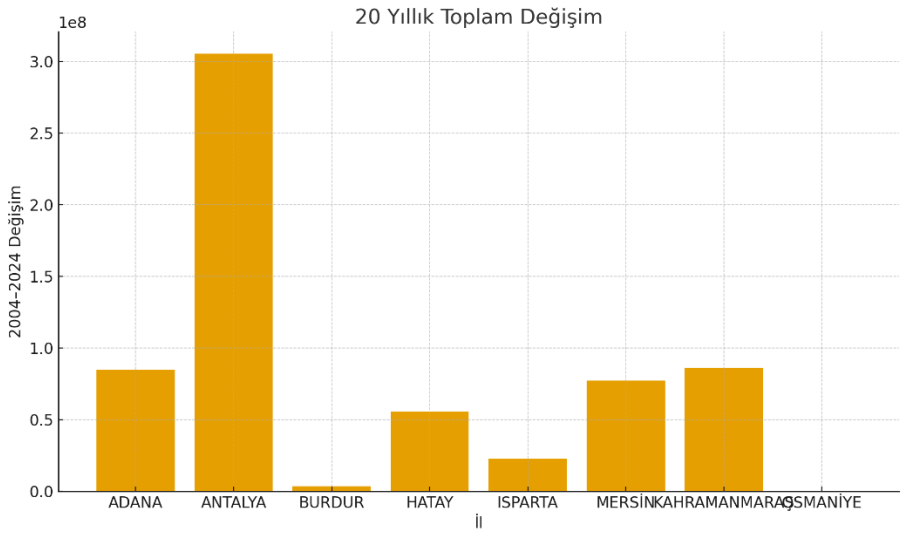
Dört ayrı dönemin (2004–2009, 2009–2014, 2014–2019, 2019–2024) birikimli değişimlerini gösteren grafik, büyümenin mekânsal olarak eşit dağılmadığını göstermektedir. Antalya'nın toplam artış içinde baskın bir konumda olduğu görülmektedir. Adana, Mersin ve Kahramanmaraş önemli artış katkıları sunarken Hatay ve Isparta orta düzeyde katkı sağlamıştır. Burdur ve Osmaniye ise bazı dönemlerde düşüş yaşamış ve toplam artışta düşük paya sahip olmuştur (Şekil 14).



Şekil 14. Akdeniz Bölgesi İllerinin Dönemsel İhracat Değişim Miktarları (Stacked Bar Analizi)

Yirmi Yıllık Toplam Değişim (2004–2024)

Yirmi yıllık toplam değişim grafiği, illerin net ihracat artışlarını karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Antalya, 300 milyon doların üzerindeki artışıyla bariz biçimde liderdir. Adana ve Mersin yüksek artış grubunda yer alırken, Hatay ve Isparta orta seviyede artış göstermiştir. Burdur ve Osmaniye'nin toplam değişim değerleri oldukça düşük kalmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Akdeniz Bölgesi İllerinin 20 Yıllık Toplam İhracat Değişimi (2004–2024)

Bölgedeki büyümenin büyük ölçüde Antalya merkezli bir mekânsal yoğunlaşma oluşturduğu görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

1. Tartışma

1.1. Bulguların Yorumlanması ve Stratejik Önemi

Bu çalışma, Akdeniz Bölgesi'nin orman ürünleri ihracatının 2004-2024 yılları arasındaki yirmi yıllık seyrini mekânsal-zamansal bir perspektiften ele alarak, bölge ekonomisinin yapısal dinamiklerine ilişkin önemli çıkarımlar sunmaktadır. Analiz sonuçları, basit bir büyüme öyküsünün ötesinde, bölgesel kalkınmanın coğrafi olarak ne denli eşitsiz bir örüntü sergilediğini açıkça ortaya koymaktadır. Kıyı şeridinde kümelenen dinamik bir ihracat odağı ile iç kesimlerde gözlemlenen durağanlık arasındaki belirgin zıtlık, bölgenin ekonomik coğrafyasını şekillendiren temel gerilimi oluşturmaktadır. Bu bulgular, yalnızca sektörün mevcut durumunu betimlemekle kalmamakta, aynı zamanda gelecekteki bölgesel kalkınma politikalarının hangi mekânsal zorluklarla yüzleşmesi gerektiğine dair stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

1.2. Mekânsal Yoğunlaşmanın Dinamikleri: Kıyı İllerinin Liderliğinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın en tutarlı bulgularından biri, Antalya, Adana ve Mersin'in incelenen yirmi yıllık dönemin tamamında bölgenin ihracat lokomotifi olma rolünü sürdürmesidir. Bu illerin baskın konumu, tesadüfi bir sonuç değil, mevcut yapısal avantajların bir yansımasıdır. Sahip oldukları limanlar, gelişmiş sanayi kapasiteleri ve köklü dış ticaret ağları, bu illeri orman ürünleri sektörü için doğal birer çekim merkezi haline getirmiştir. Bu durum, akademik literatürde "çekirdek-çevre" (core-periphery) modeli olarak tanımlanan ekonomik yapıyı Akdeniz Bölgesi özelinde pekiştirmektedir. Kıyıdaki bu "çekirdek" iller, teknoloji, sermaye ve nitelikli iş gücünü kendilerine çekerek büyümelerini sürdürürken; kaynak ve pazar erişimi daha kısıtlı olan iç kesimler "çevre" konumunda kalarak bu büyüme dinamiğinin dışında kalma riskiyle karşı karşıyadır. Bu yoğunlaşma, bölgesel ölçekte verimliliği artırsa da uzun vadede bölgesel eşitsizlikleri derinleştirme potansiyeli taşımaktadır.

1.3. Bölgesel Eşitsizlik: Kıyı ve İç Kesimler Arasındaki Makasın Analizi

Kıyı illerinin gösterdiği istikrarlı ve güçlü büyüme ivmesi, Burdur ve Osmaniye gibi iç kesimlerdeki illerde gözlemlenen durağan ve yirmi yıllık toplamda net bir negatif ihracat performansı sergileyen eğilimlerle keskin bir tezat oluşturmaktadır. Bu mekânsal ayrışmanın ardında yatan temel nedenlerin; üretim yapısındaki farklılıklar, yatırım çekme kapasitesindeki zayıflıklar ve ana lojistik koridorlara olan mesafeden kaynaklanan pazar erişim zorlukları olduğu değerlendirilebilir. Kıyıdaki iller katma değeri yüksek, nihai ürün odaklı bir ihracat yapısına sahipken, iç kesimlerin üretiminin daha çok iç piyasaya yönelik veya daha az işlenmiş ürünlere dayalı olması muhtemeldir. Bu durum, bölgesel kalkınma politikaları açısından ciddi

bir zorluk teşkil etmektedir. Kıyıdaki büyümenin faydalarının bölge geneline yayılmasını sağlayacak ve iç kesimlerin ekonomik potansiyelini harekete geçirecek mekanizmaların eksikliği, bu makasın zamanla daha da açılmasına neden olmaktadır.

1.4. Yükselen Merkezlerin Rolü ve Bölgesel Rekabetin Evrimi

Bölgenin ekonomik coğrafyasındaki en dikkat çekici gelişmelerden biri, Kahramanmaraş'ın özellikle son yıllarda sergilediği yükselen ihracat performansıdır. Bu gelişme, Akdeniz Bölgesi'nin ekonomik yapısının statik olmadığını ve yeni büyüme merkezlerinin ortaya çıkabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Kahramanmaraş'ın bu yükselişi, geleneksel olarak Antalya, Adana ve Mersin tarafından domine edilen ihracat pazarında yeni bir oyuncunun belirdiğine işaret etmektedir. Bu durum, bölgenin tek merkezli bir yapıdan, zamanla daha dengeli ve "çok merkezli" bir ekonomik yapıya evrilme potansiyeli taşıdığının bir sinyali olarak yorumlanabilir. Böyle bir dönüşüm, bir yandan bölge içi rekabeti artırarak verimliliği ve inovasyonu tetikleyebilirken, diğer yandan iller arasında yeni iş birliği ve uzmanlaşma alanlarının doğmasına zemin hazırlayabilir.

1.5. Analitik Çıkarımlardan Sonuçlara Geçiş

Bu analitik tartışma, bölgenin karşı karşıya olduğu yapısal zorlukları netleştirerek, çalışmanın sonuç bölümünde sunulacak somut politika önerilerine zemin hazırlamaktadır.

2. Sonuç ve Öneriler

2.1. Çalışmanın Ana Çıktılarının Sentezi

Bu çalışma, Akdeniz Bölgesi'ndeki orman ve ağaç ürünleri ihracatının 2004-2024 periyodundaki mekânsal-zamansal dinamiklerini Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir yaklaşımla analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın özgün katkısı, bölgesel ekonomik faaliyetlerin coğrafi dağılımını ve bu dağılımın zaman içindeki dönüşümünü nicel verilerle görselleştirerek, bölgesel kalkınma tartışmalarına somut ve mekân odaklı bir temel sunmasıdır. Ulaşılan en temel sonuç, Akdeniz Bölgesi'nin orman ürünleri ihracatındaki genel artış eğilimine rağmen, bu büyümenin mekânsal olarak son derece dengesiz bir yapı sergilediği ve ekonomik gücün ezici bir şekilde kıyı illerinde yoğunlaştığıdır.

2.2. Temel Bulguların Özeti

Çalışmanın ortaya koyduğu en kritik sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- **Kıyı Odaklı Büyüme:** İncelenen 20 yıllık dönemde ihracat artışının lokomotifi, güçlü sanayi ve lojistik altyapılarına sahip olan Antalya, Adana ve Mersin olmuştur. Bölgenin toplam ihracat kapasitesindeki büyüme, büyük ölçüde bu üç ilin performansından kaynaklanmıştır.

- **Büyüyen Bölgesel Dengesizlik:** Kıyı şeridindeki dinamik büyüme ile Burdur ve Osmaniye gibi iç kesimlerin yirmi yıllık toplamda net negatif bir ihracat performansı sergilemesi arasında derinleşen bir makas bulunmaktadır. Bu mekânsal eşitsizlik, zaman içinde azalmak yerine daha da belirgin hale gelmiştir.
- **Genel Artış Trendi:** Tüm bölgesel eşitsizliklere rağmen, Akdeniz Bölgesi bir bütün olarak orman ürünleri ihracatında pozitif ve istikrarlı bir büyüme trendi yakalamıştır. Bu durum, sektörün bölge ekonomisi için stratejik önemini teyit etmektedir.
- **Çok Merkezli Yapıya Geçiş Sinyalleri:** Geleneksel merkezlerin liderliği sürerken, Kahramanmaraş gibi yeni ve güçlü bir ihracat merkezinin ortaya çıkması, bölgenin ekonomik coğrafyasının tek merkezli bir yapıdan çok merkezli bir gelişim eğilimine doğru evrildiğine işaret etmektedir.

2.3. Politika Önerileri

Elde edilen bulgular doğrultusunda, bölgesel kalkınma planlamacıları ve politika yapıcılar için aşağıdaki stratejik öneriler geliştirilmiştir:

1. **Lider İller İçin Stratejiler:** Antalya, Adana ve Mersin gibi yüksek performanslı illerde mevcut rekabet avantajının sürdürülebilirliği kritik önem taşımaktadır. Bu illerde liman ve lojistik altyapılarının modernizasyonuna devam edilmeli, inovasyon ve Ar-Ge faaliyetleri desteklenerek katma değeri yüksek ürünlere geçiş hızlandırılmalıdır.
2. **Gelişmekte Olan Merkezlerin Desteklenmesi:** Kahramanmaraş gibi yükselen merkezlerin büyüme potansiyelini tam olarak kullanabilmesi için sektörel sanayi kümelenmeleri ve ihracat odaklı KOBİ'ler özel teşvik mekanizmaları ile desteklenmelidir. Bu yaklaşım, bölgesel ekonomik büyümeyi çeşitlendirerek tek bir merkeze olan bağımlılığı azaltacaktır.
3. **Durağan Bölgeler İçin Kalkınma Hamleleri:** Burdur ve Osmaniye gibi durağan veya gerileyen illerde hedefe yönelik kalkınma hamleleri tasarlanmalıdır. Sektör çeşitliliğini artıracak yeni yatırım alanları için teşvikler sağlanmalı, mevcut üretim altyapısı modernize edilmeli ve bu illerin ulusal ve uluslararası lojistik ağlara entegrasyonu güçlendirilmelidir.
4. **Mekânsal Planlama İçin CBS Kullanımı:** Bu çalışmada kullanılan CBS tabanlı analizler, bölgesel eşitsizliklerin tespiti ve kaynakların verimli dağılımı için güçlü bir araçtır. Bölgesel kalkınma ajanslarının ve ilgili kamu kurumlarının, yatırım planlaması

ve politika geliştirme süreçlerinde bu tür mekânsal karar destek sistemlerini aktif olarak benimsemesi, daha adil ve dengeli bir kalkınma modeli için elzemdir.

KAYNAKÇA

Alkan, M., & Özyurt, N. (2020). CBS'nin ekonomik ve sektörel analizlerde kullanımı üzerine bir derleme. Mekânsal Bilimler Dergisi, 7(2), 92–110.
Aydın, E., & Yılmaz, F. (2019). Türkiye'de orman ürünleri sektörünün dış ticaret yapısı ve rekabet gücü. Orman Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 6(2), 112–128.
Demir, T., & Ertürk, S. (2020). Akdeniz Bölgesi'nde sanayi ve lojistik altyapısının dış ticarete etkisi. Akdeniz İktisat ve Kalkınma Dergisi, 4(1), 45–60.
Günşen, H., Karaca, E., & Mutlu, S. (2021). Türk mobilya ve ağaç ürünleri sektörünün dış pazarlardaki konumu: Eğilimler ve beklentiler. Uluslararası Orman Endüstrisi Dergisi, 8(1), 25–39.
Köse, M. (2018). Türkiye'de orman ürünleri sanayiinin bölgesel dağılımı. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 33(4), 78–95.
Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Systems and Science (3rd ed.). Wiley.
TÜİK. (2024). Dış ticaret istatistikleri: Ağaç ve orman ürünleri ihracatı 2004–2024. Türkiye İstatistik Kurumu Yayınları.
Yıldız, A. (2022). Bölgesel kalkınma ve sektör bazlı ihracat performansları: Türkiye üzerine mekânsal bir inceleme. Ekonomik Yapılar Dergisi, 9(3), 150–167.
TİM. 2024. Türkiye İhracatçılar Meclisi (tim.org.tr). Sektörel İhracat Raporları. tim.org.tr (Erişim: 10.09.2025)

LAGÜNLER VE SAĞLADIĞI EKOSİSTEM HİZMETLERİ

Şule KISAKÜREK
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Foresty, Department of Landscape Architecture, 46140Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID:0000-0002-5005-8476
Semanur BAYKARA
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Foresty, Department of Landscape Architecture, 46140Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID:0009-0008-2860-7484

ÖZET

Lagünler, karasal ve denizsel sistemler arasında yer alan geçiş ekosistemleri olarak biyolojik çeşitliliğin korunması, besin döngülerinin sürekliliği, kıyı koruma ve su kalitesi düzenleme gibi kritik ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, kıyı morfolojisinin çeşitliliği ve dalga–akıntı dinamiklerinin etkinliği sonucunda ülke genelinde **113 lagün** oluşmuştur. Bu lagünlerin toplam yüzölçümü **35.838,4 hektardır** ve alanın %38,6'sı Akdeniz kıyılarında bulunmaktadır. Bu geniş dağılım, lagün ekosistemlerinin ulusal ölçekte ekolojik ve sosyo-ekonomik önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bununla birlikte lagün ekosistemleri; biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi, su kalitesinin doğal olarak düzenlenmesi, balıkların üreme ve beslenme alanı işlevi, karbon depolama ve iklim düzenleme kapasitesi, taşkın kontrolü ve hidrolojik dengeleme, ekosistemler arası bağlantısallığın sürdürülmesi ile sediment taşınımı ve kıyı dinamiklerinin korunması gibi ekolojik işlevlere sahiptir. Ancak plansız kıyı gelişimi, tarımsal ve endüstriyel kirlilik yükleri, akarsu rejimlerinin değişimi, ve aşırı avcılık gibi baskılar nedeniyle ekolojik işlevlerini hızla kaybetmektedir. Bu baskılar lagün ekosistemlerinde, deniz ile lagün arasındaki akıntı ve su dolaşımının kesintiye uğraması, tuzluluk rejiminin değişmesi, ötrofikasyon süreçlerinin hızlanması, habitat bütünlüğünün zayıflaması, su kuşu popülasyonlarının azalması ve ekosistem hizmetlerinin sağlıklı işleyişinin sekteye uğraması gibi çok yönlü ekolojik sonuçlara yol açmaktadır. Bu kapsamda çalışma, lagün ekosistemlerinin su döngüsü, ekosistemin sağlıklı işleyişi, sağladığı ekosistem hizmetleri ve iklim değişikliği süreci için önemini ortaya koymak üzere kavramsal bir çerçeve oluşturmak amacı ile hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekosistem,Habitat çeşitliliği, İklim değişikliği,Yapılaşma

LAGOONS AND THE ECOSYSTEM SERVİCES THEY PROVİDE

ABSTRACT

Lagoons, as transitional ecosystems situated between terrestrial and marine systems, provide critical ecosystem services such as biodiversity conservation, continuity of nutrient cycles, coastal protection, and water quality regulation. Owing to the fact that Turkey is surrounded by seas on three sides, along with its diverse coastal morphology and the influence of wave–current dynamics, a total of 113 lagoons have formed across the country. The total surface area of these lagoons is 35,838.4 hectares, with 38.6% located along the Mediterranean coast. Turkey's largest lagoon is the Akyatan Lagoon, covering 5,126.4 hectares. This extensive distribution clearly reveals the ecological and socio-economic significance of lagoon ecosystems at the national scale. In addition, lagoon ecosystems possess key ecological functions, including supporting biodiversity, naturally regulating water quality, providing breeding and feeding grounds for fish, carbon storage and climate regulation, flood control and hydrological balancing, maintaining connectivity between ecosystems, and preserving sediment transport and coastal dynamics. However, due to pressures such as unplanned coastal development, agricultural and industrial pollution loads, alterations in river regimes, and overfishing, these ecosystems are rapidly losing their ecological functions. These pressures lead to multifaceted ecological consequences in lagoon ecosystems, including disruptions in currents and water circulation between the sea and the lagoon, changes in salinity regimes, acceleration of eutrophication processes, weakening of habitat integrity, declines in waterbird populations, and the impairment of the healthy functioning of ecosystem services. In this context, the study aims to establish a conceptual framework that highlights the importance of lagoon ecosystems for the water cycle, the healthy functioning of the ecosystem, the ecosystem services they provide, and the broader climate change process.

Keywords: Ecosystem, Habitat diversity, Climate change, Construction

1. GİRİŞ

Kıyı alanları, yerkürenin en dinamik, biyolojik açıdan en üretken ve aynı zamanda insan faaliyetlerinin en yoğun olduğu bölgeler olarak kabul edilmektedir. Bu alanlar içerisinde yer alan lagün ekosistemleri, kara ve deniz ortamı arasındaki geçiş (ekoton) alanlarıdır. Tatlı ve tuzlu su girdileriyle şekillenen bu sistemler, sahip oldukları yüksek madde döngüsü ve karmaşık besin ağlarıyla doğanın en üretken yaşam alanları arasında yer alır (Kjerfve, 1994). Türkiye'de bulunan 113 lagünün toplam yüzölçümü 35.838,4 hektardır. Lagünler, sadece su kütlesi

olmanın ötesinde, barındırdıkları biyoçeşitlilik ve sundukları çok yönlü ekosistem hizmetleri ile hem ekolojik dengenin sürdürülmesinde hem de kıyı toplumlarının refahında hayati bir rol üstlenmektedir (Kennish, 2002).

Lagün ekosistemlerinin işleyişi, hidrolojik ve jeomorfolojik süreçler ile oluşan dinamik sistemlerdir. Morfolojik ve hidrolojik özelliklerine göre sınıflandırılabilen lagün ekosistemleri, biyolojik çeşitlilik açısından kritik öneme sahiptir (Barnes, 1980). Ancak lagün ekosistemleri, kıyı alanlarında yapılaşma, drenaj faaliyetleri, tarımsal ve endüstriyel faaliyetleri gibi baskılar altındadır. Bu baskılar, sonucunda ekosistemin sağlıklı işleyişi kesintiye uğramaktadır. Tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan azot ve fosfor girdileri, ötrofikasyon süreçlerini hızlandırarak su kalitesinin bozulmasına ve biyolojik çeşitlilik kaybına neden olmaktadır (Newton et al., 2014).

Lagün ekosistemleri, hidrolojik dinamikler, habiatat çeşitliliği ve ekosistemelr arası bağlantısallığı sağlama gbi ekolojik işlevlere sahiptir.

Lagünlerin su seviyesi ve tuzluluk; deniz suyu giriş-çıkışı, tatlı su girişleri, yağış-buharlaşma dengesi ve kıyı akıntıları hidrolojik dinamikler tarafından belirlenmektedir. Bu dinamikler, ekosistemin biyotik bileşenlerini doğrudan şekillendirmektedir (Kjerfve, 1994; Kennish, 2002).

Lagün ekosistemleri, farklı canlı türlerine yaşam alanı sağlamaktadır. Halofitik bitkiler, balık türleri, bentik organizmalar için kritik mikrohabitatlar sunmaktadır. Ayrıca su kuşları için üreme, beslenme ve konaklama alanı oluşturur. Özellikle balık türleri için yumurtlama ve yavru gelişim sahası (nursery grounds) olarak işlev görmeleri, küresel balıkçılık stoklarının devamlılığı açısından vazgeçilmez bir değer taşımaktadır (Beck et al., 2001). Lagünler; akarsu ağızları, deltalardaki sulak alanlar, kıyı kumulları ve deniz ekosistemleri arasında biyolojik koridor görevi görmektedir. Bu görev, ekosistemler arasında bağlantılılığı sağlayan, su döngüsü için çok önemli bir ekolojik işlevdir.

Bu doğrultuda; bu bildiri, lagün ekosistemlerinin su döngüsü, ekosistemin sağlıklı işleyişi, sağladığı ekosistem hizmetleri ve iklim değişikliği süreci için önemini ortaya koymak üzere kavramsal bir çerçeve oluşturmak amacı ile hazırlanmıştır. Çalışmada, farklı lagün tiplerinin hidrolojik özellikleri, bu sistemleri tehdit eden antropojenik faktörler ve lagünlerin iklim direnci bağlamındaki rolü literatür ışığında incelenmiştir.

2. LAGÜNLERİN HİDRO-MORFOLOJİK SINIFLANDIRILMASI VE DUYARLILIKLARI

Lagünlerin ekolojik sağlığı, büyük ölçüde denizle olan su alışverişi kapasitesine ve tatlı su girdilerine bağlıdır. Yapılan incelemeler, lagünlerin denizle bağlantı şekillerine göre dört temel

hidrolojik tip altında toplandığını ve her bir tipin kirlilik yüküne karşı farklı direnç mekanizmaları geliştirdiğini göstermektedir:

Ayrılmış Lagünler: Denizden tam bir bariyerle izole olmuş bu yapılar, gelgit etkisinin görülmediği sistemlerdir. Su dengesi büyük ölçüde buharlaşma ve yağış/yeraltı suyu girdisine bağlıdır. Bu durum, suyun yenilenme süresini uzattığı için kirlilik birikimine karşı en hassas lagün tipi olarak değerlendirilmektedir.

Sızıntılı Lagünler: Genellikle çakıl setlerden sızan deniz suyu ile beslenen bu lagünlerde gelgit etkisi minimum düzeydedir. Sediment birikimi hızlı olmasına rağmen, geçirgen bariyer yapısı suyun filtrasyonuna kısmen olanak tanır.

Taban (Silled) Lagünleri: Denize kalıcı bir açıklıkla bağlanan ve suyun taban kayası bariyeriyle tutulduğu bu sistemlerde, düzenli deniz suyu değişimi mevcuttur. Su sirkülasyonunun devamlılığı, oksijen seviyesinin korunmasına yardımcı olmakta ve ötrofikasyon riskini, kapalı sistemlere göre daha düşük seviyede tutmaktadır.

Savak Lagünleri: İnsan müdahalesiyle şekillenen, su giriş-çıkışının mekanik yapılarla kontrol edildiği sistemlerdir. Bu kontrol, lagün yönetiminde bir avantaj gibi görünse de, doğal hidrolojik döngünün kesintiye uğraması, sediment taşınımını ve biyolojik göç yollarını olumsuz etkilemektedir.

3. LAGÜNLERIN SAĞLADIĞI EKOSISTEM HIZMETLERI

Lagün ekosistemlerinin sağladığı yararlar, ekosistemin düzenleyici, destekleyici, tedarik ve kültürel hizmetleri başlıkları altında anlatılmaktadır.

Düzenleyici Hizmetler

Lagün ekosistemleri su kalitesi düzenleme, karbon depolama, iklim düzenleme, kıyı koruma ve taşkın yönetimi gibi düzenleyici hizmetler sağlamaktadır.

***Su Kalitesi Düzenleme*:** Lagünler suyu filtreleyerek su kalitesini artırır (MEA, 2005).

***Karbon Depolama*:** Lagünler, küresel iklim değişikliği senaryolarında stratejik birer "karbon yutağı" olarak değerlendirilmektedir.Ancak, sahip oldukları bu yüksek ekolojik ve ekonomik değere rağmen lagünler, dünya genelinde en çok tehdit altında olan ekosistemlerin başında gelmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar, kıyısal sulak alanların atmosferik karbonu tutma kapasitesinin, karasal ormanlara kıyasla birim alanda çok daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Mcleod et al., 2011).

***İklim Düzenleme*:** Lagünler, atmosferik kimyasalların dengelenmesine katkı sağlamanın yanı sıra, bölgesel sıcaklık ve yağış rejimlerini modüle ederek yerel iklimi düzenler (de Groot et al., 2012).

***Kıyı Koruma*:** Bu ekosistemler, fırtına dalgalarının enerjisini sönümleyerek ve kıyı erozyonunu önleyerek, yerleşim alanlarını deniz kaynaklı fiziksel tehditlere karşı koruyan doğal bir bariyer işlevi görür (Barbier et al., 2011).

***Taşkın Yönetimi*:** Lagünler, aşırı yağışlarda veya fırtına kabarmalarında fazla suyu geçici olarak depolayan hidrolik bir tampon bölge görevi görerek taşkın riskini ve şiddetini azaltır (Costanza et al., 2008).

Destekleyici Hizmetler

***Balıkların Üreme ve Beslenme*:** Alanı Lagünler, birçok ticari ve ekolojik öneme sahip denizel balık türü için kritik birer "yavru büyütme alanı" (nursery ground) olarak işlev görerek, yavruların predatörlerden korunmasını ve zengin besin kaynaklarına erişimini sağlar (Beck et al., 2001).

***Besin Döngüsü*:** Bu ekosistemler, organik maddelerin ayrışması ve mineralizasyonu süreçleri yoluyla azot ve fosfor gibi temel besin tuzlarının su kolonu ile tortu arasındaki döngüsünü düzenleyerek yüksek biyolojik verimliliği destekler (Viaroli et al., 2008).

***Habitat Çeşitliliği*:** Lagünler; deniz çayırları, tuzlu bataklıklar ve çamur düzlükleri gibi farklı mikro-habitatları bir arada barındıran mozaik yapıları sayesinde, birim alanda son derece yüksek bir tür zenginliğine ve genetik çeşitliliğe ev sahipliği yapar (Perez-Ruzafa et al., 2007).

Kültürel Hizmetler

***Ekoturizm ve rekreasyon*:** Lagünler, sundukları estetik peyzaj değeri ve doğal güzellikler sayesinde; fotoğrafçılık, doğa yürüyüşü ve kampçılık gibi rekreasyonel faaliyetlere olanak tanıyarak, yerel kalkınmaya katkı sağlayan sürdürülebilir bir ekoturizm potansiyeline sahiptir (Gül ve Özcan, 2006).

***Doğa eğitim faaliyetleri*:** Sahip oldukları zengin biyoçeşitlilik ile bu ekosistemler, ekolojik süreçlerin ve canlı etkileşimlerinin yerinde incelenebildiği doğal birer "açık hava laboratuvarı" işlevi görerek, çevre bilincinin artırılmasında ve bilimsel araştırmalarda kilit rol oynar (Erdoğan, 2011).

***Kuş gözlemciliği*:** Kıtalararası göç yolları üzerinde bulunan ve birçok su kuşuna barınma imkânı sağlayan lagünler, nadir ve nesli tehlike altındaki türlerin izlenebilmesi açısından ornitolojik turizmin merkezi konumundadır ve bu yönüyle uluslararası bir çekim alanı oluşturur (Yarar ve Magnin, 1997).

Tedarik Hizmetleri

Gıda Üretimi Hammadde Temini Gen Havuzu: Hızlı nüfus artışı, plansız kıyı kullanımı ve havza bazlı kirlilik baskıları, bu kırılgan sistemlerin taşıma kapasitesini zorlamaktadır. Ayrıca,

kıyı şeridindeki betonlaşma ve drenaj faaliyetleri, lagünlerin doğal hidrolojik rejimini bozarak sediment dengesini ve su sirkülasyonunu sekteye uğratmaktadır.

4. Lagün Ekosistemlerini Tehdit Eden Antropojenik Baskılar

Antropojenik baskıların yanı sıra, iklim değişikliği de lagün ekosistemleri üzerinde giderek artan bir baskı unsuru oluşturmaktadır. Deniz seviyesindeki yükselme, kıyı erozyonu ve tuzlu su girişimi; lagünlerin hidro-kimyasal yapısını değiştirmektedir. Özellikle kıyı gerisinde yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde, lagünlerin deniz seviyesi yükselmesine karşı karaya doğru göç etme şansının kalmaması, "kıyı sıkışması" (coastal squeeze) adı verilen habitat kaybı sorununu doğurmaktadır (Pontee, 2013). Bu durum, lagünlerin doğal bariyer ve taşkın önleme fonksiyonlarını yitirmesine yol açarak, kıyı yerleşimlerini aşırı hava olaylarına karşı savunmasız bırakmaktadır.

Bulgular, lagün ekosistemleri üzerindeki baskıların son 50 yılda katlanarak arttığını ortaya koymaktadır. Özellikle havza bazlı yaklaşımların eksikliği, aşağıdaki temel sorunları doğurmuştur:

***Tarımsal ve Endüstriyel Kirlilik*:** Lagün havzalarındaki yoğun tarım faaliyetleri, azot ve fosfor yükünü artırarak "ötrofikasyon" sürecini tetiklemektedir. Aşırı alg çoğalması, suyun ışık geçirgenliğini azaltmakta ve taban bitki örtüsünün yok olmasına neden olarak oksijensiz (anoksik) bölgeler yaratmaktadır.

Hidrolojik Rejim Müdahaleleri: Lagünü besleyen tatlı su kaynakları üzerine kurulan barajlar ve regülatörler, lagüne ulaşan tatlı su miktarını ve sedimenti azaltmaktadır. Bu durum, lagünün tuzluluk dengesinin bozulmasına ve kıyı çizgisinin erozyona uğramasına (sediment açlığı) yol açmaktadır.

Plansız Kıyı yapılaşması: Kıyı şeridindeki betonlaşma, lagünlerin doğal "tampon bölge" işlevini yok etmektedir. Geçirimli yüzeylerin azalması, yağmur sularının filtre edilmeden, yüzey akışı yoluyla kirleticileri lagüne taşımasına neden olmaktadır.

Bu çok yönlü tehditler karşısında, lagünlerin sürdürülebilir yönetimi için ekosistem tabanlı yönetim stratejilerinin benimsenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. lagünlerin korunması ve restore edilmesi, sadece ekolojik bir gereklilik değil, aynı zamanda iklim değişikliğine uyum sürecinde ekonomik ve sosyal bir yatırımdır.

Iklim değişikliği: Artan su sıcaklıklarının çözünmüş oksijen seviyelerini düşürerek alg patlamalarını tetiklemesi, deniz seviyesindeki yükselmenin lagün ile deniz arasındaki hidrolik bağlantı kanallarını işlevsiz kılması ve sıklaşan kuraklık dönemlerinin tatlı su girdisini azaltarak aşırı tuzlanma (hipersalinite) ve su seviyesi kaybına yol açması gibi kümülatif süreçlerle lagün ekosistemlerinin hidro-ekolojik bütünlüğünü tehdit etmektedir

Çalışmanın en önemli bulgularından biri, lagünlerdeki spesifik bozulma nedenlerinin, ekosistem hizmetleri (Tedarik, Düzenleyen, Destekleyen, Kültürel) üzerinde yarattığı zincirleme etkidir. Bu ilişki, neden-sonuç bağlamında aşağıdaki Tablo 1'de özetlenmiştir. Lagün ekosistemleri üzerindeki tek bir baskı unsurunun (örneğin kirlilik) birden fazla hizmet kategorisini aynı anda devre dışı bıraktığı görülmektedir(Tablo 1).

Tablo 1: Lagünlerdeki Bozulmalar ve Ekosistem Hizmetleri İlişkisi

	BOZULMA NEDENİ	**ETKİLER**	**ETKİLENEN EKOSİSTEM HİZMETLERİ**
1	**Plansız Kıyı Kullanımları**	Kıyı şeridinin betonlaşması, drenaj kanalları açılması ve habitat parçalanması.	**Destekleyici Hizmetler:** Canlılar için habitat ve üreme alanı sağlama kapasitesinin yok olması. **Düzenleyici Hizmetler:** Kıyı erozyonunu önleme ve taşkın kontrolü işlevinin kaybı. **Kültürel Hizmetler:** Doğal peyzajın ve rekreasyonel değerin bozulması.
2	**Tarımsal ve Endüstriyel Kirlilik**	Zirai ilaç, gübre (azot-fosfor) ve ağır metallerin lagüne ulaşması; ötrofikasyon.	**Düzenleyici Hizmetler:** Suyun doğal arıtımı ve atık düzenleme kapasitesinin aşılması. **Tedarik Hizmetleri:** Balık ve su ürünleri kalitesinin düşmesi (toksisite). **Destekleyici Hizmetler:** Biyoçeşitlilik kaybı ve su kalitesi düşüşü.
3	**Hidrolojik Rejim Bozulmaları**	Barajlar veya setler nedeniyle tatlı-tuzlu su dengesinin ve su sirkülasyonunun değişmesi.	**Düzenleyici Hizmetler:** Tuzluluk dengesi ve iklim düzenleme fonksiyonlarının bozulması. **Destekleyici Hzimetler:** Besin maddesi döngüsünün (Nutrient cycling) sekteye uğraması. **Tedarik Hizmetleri:** İçme veya sulama suyu potansiyelinin değişimi.
4	**Aşırı Avcılık**	Ticari türlerin stoklarının tükenmesi, yavru balıkların avlanması.	**Tedarik Hizmetleri:** Gıda (balıkçılık) kaynaklarının sürdürülemez hale gelmesi. **Destekleyici Hizmetler:** Besin ağı (trofik yapı) dengesinin ve genetik çeşitliliğin bozulması. **Kültürel Hizmetler:** Geleneksel balıkçılık mirasının yok olması.

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen incelemeler, lagün ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliğin korunması, su kalitesinin iyileştirilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele gibi kritik ekosistem hizmetleri sağlayan son derece değerli ancak bir o kadar da kırılgan sistemler olduğunu ortaya koymuştur. Kara ve deniz arakesitinde yer alan bu hassas alanlar, sahip oldukları dinamik yapı sayesinde hem kıyı koruma görevi görmekte hem de canlı yaşamı için vazgeçilmez bir sığınak oluşturmaktadır. Ancak elde edilen bulgular, lagünlerin sürdürülebilirliğinin ciddi tehdit altında olduğunu göstermektedir. Özellikle plansız kıyı gelişimi, yoğun kentleşme ve havza bazlı kirlilik baskısı, lagünlerin taşıma kapasitesini aşmakta ve bu sistemlerin hızla işlev kaybetmesine neden olmaktadır. Antropojenik müdahalelerle doğal su döngüsünün bozulması, lagünleri "kendi kendini temizleyebilen canlı bir sistem" olmaktan çıkarıp, çevresel sorunların biriktiği alanlara dönüştürmektedir.

Lagünlerin ekolojik bütünlüğünün korunması ve gelecek nesillere aktarılması, sadece yerel bir çevre koruma çabası değil, iklim direncini artırmaya yönelik stratejik bir zorunluluktur. Bu doğrultuda, çalışmanın çıktılarına dayanarak sürdürülebilir lagün yönetimi için aşağıdaki çözüm önerileri geliştirilmiştir: Öncelikle, yönetim anlayışında parçacı yaklaşımlardan vazgeçilerek ekosistem temelli kıyı planlama modeline geçilmelidir. Lagünler, sadece su yüzeyiyle değil, onu besleyen havza ve etkileşimde olduğu kıyı şeridiyle bir bütün olarak ele alınmalıdır. İkinci olarak, lagünün "nefes almasını" sağlayan lagün–deniz bağlantısınınkorunması hayati önem taşımaktadır. Su sirkülasyonunu engelleyen bariyerlerin kaldırılması veya yönetilmesi, sistemin oksijen dengesi ve canlı geçişleri için elzemdir. Kirlilik yükünün kontrol altına alınması adına, havza genelinde su kalitesi izleme programları hayata geçirilmeli; tarımsal ve endüstriyel atıkların lagüne ulaşması kaynağında engellenmelidir. Biyolojik çeşitliliğin devamlılığı için ise yasa dışı ve aşırı avcılığı önleyecek, bilimsel verilere dayalı etkin bir balıkçılık yönetimi uygulanmalıdır.

Sonuç olarak; lagünlerin doğal yapısını restore etmeyi amaçlayan Doğa Tabanlı Çözümler önceliklendirilmelidir. Lagünleri korumak, ekosistemin sağlikli işleyişi için, yaşamın devamlılığı için oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs, 81(2), 169–193. https://doi.org/10.1890/10-1510.1

Barnes, R. S. K. (1980). Coastal lagoons: The natural history of a neglected habitat. Cambridge University Press.

Beck, M. W., Heck, K. L., Able, K. W., Childers, D. L., Eggleston, D. B., Gillanders, B. M., Halpern, B., Hays, C. G., Hoshino, K., Minello, T. J., Orth, R. J., Sheridan, P. F., & Weinstein, M. P. (2001). The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and

invertebrates. BioScience, 51(8), 633–641. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051 [0633: TICAMO]2.0.CO;2
Costanza, R., Pérez-Maqueo, O., Martinez, M. L., Sutton, P., Anderson, S. J., & Mulder, K. (2008). The value of coastal wetlands for hurricane protection. Ambio, 37(4), 241–248.
de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services, 1(1), 50–61. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005
Erdoğan, M. (2011). Ekoloji temelli doğa eğitimi: "Kazdağları Milli Parkı ve yakın çevresi" örneği. Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 4(3), 295–309.
Gül, A., & Özcan, H. (2006). Çanakkale ili sahil kesimi doğal ve kültürel kaynak değerlerinin ekoturizm açısından irdelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1), 85–96.
IPCC. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
Kennish, M. J. (2002). Environmental threats and environmental future of estuaries. Environmental Conservation, 29(1), 78–107.
Kjerfve, B. (Ed.). (1994). Coastal lagoon processes (Elsevier Oceanography Series, 60). Elsevier.
Mcleod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H., & Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO2. Frontiers in Ecology and the Environment, 9(10), 552–560. https://doi.org/10.1890/110004
Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.
Newton, A., Icely, J., Cristina, S., Brito, A., Cardoso, A. C., Colijn, F., Dueri, S., Ghiglione, C., ... & Zaldívar, J. M. (2014). An overview of ecological status, vulnerability and future scenarios of European large shallow semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 140, 95–122. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.023
Pérez-Ruzafa, A., Mompeán, M. C., & Marcos, C. (2007). Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. Hydrobiologia, 577(1), 107–125.
Pontee, N. (2013). Defining coastal squeeze: A discussion. Ocean & Coastal Management, 84, 204–207. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.07.010
UNEP. (2021). Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/making-peace-nature
Viaroli, P., Bartoli, M., Giordani, G., Naldi, M., Orfanidis, S., & Zaldivar, J. M. (2008). Community shifts, alternative stable states, and eutrophication control in a shallow coastal lagoon. Desalination, 226(1–3), 44–54.
Yarar, M., & Magnin, G. (1997). Türkiye'nin önemli kuş alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği.

MEKANSAL HACİM İLE YÖN BULMA KAYGISI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN NÖROMİMARİ BAĞLAMDA İNCELENMESİ –İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ

Ömer ŞAHİN
Suleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 32200 Merkez, Isparta
ORCID: 0000-0002-9618-1015
Doç. Dr. İlker ERKAN
Suleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 32200 Merkez, Isparta
ORCID: 0000-0001-7104-245X

ÖZET

Bu çalışma, büyük ölçekli mimari mekanların insan psikolojisi üzerindeki etkilerini nöromimari bağlamında değerlendirilmesini içermektedir. Nöromimari literatürü, mekanın insan beynindeki sinirsel süreçlerle nasıl etkileşim kurduğunu ortaya koyarak geniş açıklıklı yapıların psikolojik etkilerinin temellendirilmesine katkı sağlamaktadır. Büyük ölçekli iç hacimlere sahip yapılarda bireylerin bu tür duygusal, bilişsel ve fizyolojik tepkilerinin farklılaştığına dair literatür, bu araştırmanın temel hareket noktasını oluşturmaktadır. Özellikle karmaşık yön bulma sistemleri, yüksek oranda insan sirkülasyonu ve geniş mekansal açıklıklarıyla bu etkileşimin yoğun biçimde deneyimlendiği özgün bir bağlamı ele almaktadır. Bu doğrultuda, vaka çalışması yapılması planlanmış ve dünyanın en büyük terminallerinden biri olan İstanbul Havalimanı'ndaki mekanların yolcu deneyimine etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışma, bir yüksek lisans tez çalışmasına ait pilot araştırmayı içermektedir. Literatürden elde edilen verilerin vaka üzerinde geçerliliğinin doğrulanması amacıyla yürütülmüştür. Araştırma yöntemi olarak fotoğraflarla uyarılmış geri çağırım metodu kullanılmıştır. İstanbul Havalimanı'na ait 4 ait fotoğraf kullanılmış ve 50 katılımcıdan geri bildirim alınmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış açık uçlu soru desteğiyle de kullanıcıların mekan yaklaşımları değerlendirilmiştir.

Ön bulgular, büyük ölçekli mekanların bazı durumlarda ferahlık, rahatlama ve zaman algısında genişleme hissi oluşturabildiği gibi; bazı durumlarda ise yön bulma zorluğu, mekansal kaygı ve bilişsel yük artışı oluşturduğunu göstermektedir. Mekansal ipuçları, yönlendirme sistemleri ve görsel açıklığın kalitesi bu deneyimin niteliğini belirleyen temel değişkenler olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak bu değişkenler haricinde sadece mekan ölçüsünün etkisinin analiz edilmesi ilerleyen çalışmalarla, tez konusunun amacını oluşturmak üzere yapılandırılmıştır.

Bu çalışmada mimari yapılarda ölçü belirlemesinin kullanıcı deneyimini nasıl şekillendirdiğini nöromimari perspektiften tartışarak, havaalanı tasarımında psikoloji odaklı tasarım kararlarının önemine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nöromimari, mimari ölçü, mekansal algı, kullanıcı deneyimi, havalimanı tasarımı

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SPATIAL VOLUME AND WAYFINDING ANXIETY IN THE CONTEXT OF NEUROARCHITECTURE: THE CASE OF ISTANBUL AIRPORT

ABSTRACT

This study examines the effects of large-scale architectural spaces on human psychology within the context of neuroarchitecture. Neuroarchitectural literature contributes to grounding the psychological impacts of wide-span structures by revealing how space interacts with neural processes in the human brain. Existing studies indicate that in buildings with large interior volumes, individuals' emotional, cognitive, and physiological responses tend to vary, which constitutes the main point of departure for this research. In particular, environments characterized by complex wayfinding systems, high levels of human circulation, and extensive spatial spans provide a distinctive context in which these interactions are experienced intensely. Accordingly, a case study was designed, and the effects of spaces within Istanbul Airport—one of the world's largest terminals—on passenger experience were investigated.

This study represents a pilot research conducted as part of a master's thesis. It was carried out to examine the applicability and validity of findings derived from the literature within a real-world case context. Photo-elicitation was employed as the primary research method. Four photographs representing different spaces within Istanbul Airport were used, and feedback was collected from 50 participants. In addition, participants' spatial perceptions and experiences were further explored through semi-structured open-ended questions.

Preliminary findings indicate that large-scale spaces can, in some cases, evoke feelings of spaciousness, relaxation, and an expanded sense of time, while in other cases they may lead to wayfinding difficulties, spatial anxiety, and increased cognitive load. Spatial cues, wayfinding systems, and the quality of visual openness emerge as key variables shaping the nature of this experience. However, beyond these factors, the analysis of the effect of spatial scale alone has been structured as the primary objective of the subsequent stages of the thesis.

By discussing how architectural scale shapes user experience from a neuroarchitectural perspective, this study highlights the importance of psychology-oriented design decisions in airport architecture.

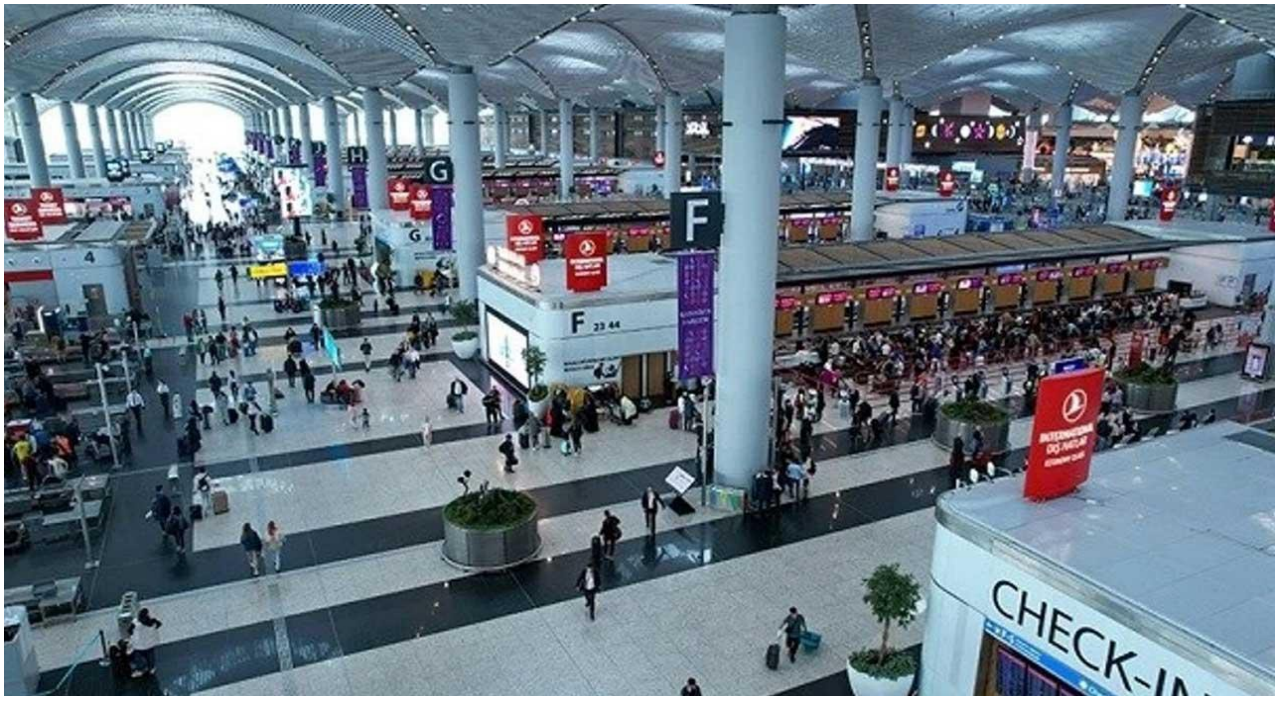
Keywords: Neuroarchitecture, architectural scale, spatial perception, user experience, airport design.

1.GİRİŞ

Mimari mekanlar, bireylerin duygusal, bilişsel ve fizyolojik durumlarını önemli ölçüde etkileyen unsurlar arasındadır (Pallasmaa, 2024). Nöromimari, mekansal tasarımın insan beynindeki etkilerini inceleyen disiplinler arası bir alan olup, geniş açıklıklı yapıların bireylerin duygu durumları ve bilişsel süreçleri üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik çalışmalar içermektedir (Eberhard, 2009). Çevresel psikoloji ve mimarlık disiplinleri arasındaki bu etkileşim, bireylerin mekan algısını ve mekanın tetiklediği duygusal süreçleri derinlemesine incelemeyi gerektirmektedir (Joye, 2007).

Özellikle geniş açıklıklı ve büyük ölçülere sahip binaların insan psikolojisi üzerindeki etkileri, mimari ve bilişsel bilimler bağlamında çeşitli şekillerde ele alınmaktadır. Bazı araştırmalar, ölçüsel büyüklüğün bireylerde ferahlık ve özgürlük hissi yarattığını, aynı zamanda hayranlık uyandırıcı duygular oluşturan mekanlar sunduğunu göstermektedir (Vartanian et al., 2013). Ancak diğer çalışmalar, geniş mekanların bireylerde kaybolmuşluk hissi, yön bulma zorlukları ve mekansal kaygı yaratabileceğini de ortaya koymuştur (Montello ve Raubal, 2013). Dolayısıyla, mekan ölçülerinin insan psikolojisi üzerindeki etkileri bağlamsal faktörlere ve bireysel deneyimlere göre değişkenlik gösterebilmektedir (Lynch, 1964).

Bu çalışma, büyük ölçekli mimari tasarımın insanlar üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, özellikle havaalanı mekanlarının kullanıcı deneyimi üzerindeki etkilerini ortaya koymaya odaklanmaktadır. Havaalanları, karmaşık yön bulma sistemleri, yüksek hacimli insan hareketliliği ve geniş açıklıklı iç mekanlarıyla, mekansal algı ve duygusal tepkileri derinlemesine incelemek için ideal bir bağlam sunmaktadır (Demirkan ve Usta, 2020). İstanbul Havalimanı, dünyanın en büyük terminallerinden biri olarak geniş iç mekan tasarımına sahiptir ve büyük açıklıklı alanlarıyla farklı kullanıcı deneyimleri sunmaktadır.



Şekil 1: İstanbul Havalimanı

Şekil 1'de İstanbul Havaianı'nın ölçek büyüklüğüne dair bir örnek yer almkatadır. Bu bağlamda, İstanbul Havalimanı Kullanıcı Deneyimi Birimi çalışanlarının gözlemleri üzerinden, geniş açıklıklı mekanların yolcular üzerindeki duygusal ve bilişsel etkileri değerlendirilerek nöromimari açısından önemli çıkarımlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Nöromimari ve İnsan Algısı

Nöromimari, mekanın insan beynindeki algısal ve bilişsel süreçlerle nasıl etkileşim içinde olduğunu inceleyen bir alan olarak ortaya çıkmıştır (Eberhard, 2009). Beynin belirli alanlarının, özellikle duygusal işleme (amigdala), yön bulma (hipokampus) ve görsel algı (görsel korteks) gibi mekansal algıyla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir (Kandel ve ark., 2000).

Pallasmaa (2024), mimari mekanların duyusal deneyimler aracılığıyla insan zihninde güçlü izler bıraktığını ve duygu durumlarını doğrudan etkilediğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, geniş açıklıklı mekanların bireylerde ferahlık hissi uyandırdığı ancak aynı zamanda bazı bireylerde kaybolmuşluk hissine neden olabileceği öne sürülmüştür (Montello ve Raubal, 2013).

2.2. Mekansal Hacmin Nörobilimsel Etkileri

Nörobilimsel çalışmalar, geniş açıklıklı mekanların görsel algı ve mekansal farkındalık üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (Vartanian et al., 2013). Yapılan fMRI çalışmaları, geniş mekanlarda bireylerin daha az kortikal stres yaşadığını ve beyin aktivitesinin rahatlatıcı bir düzlemde seyrettiğini göstermektedir (Ulrich, 1991). Benzer şekilde, Joye (2007), doğayla bağlantılı tasarımların (biyofilik tasarım) ve geniş açıklıklı mekanların bireylerin zihinsel refahı üzerinde olumlu etkiler yarattığını ifade etmektedir.

Ancak, büyük mekanların bazı bireylerde mekansal kaygıyı tetikleyebileceği ve hipokampusun yön bulma süreçlerinde daha fazla bilişsel yük oluşturabileceği de bilinmektedir ((Montello ve Raubal, 2013; Lynch, 1964). Özellikle havaalanı gibi karmaşık yapılar içinde geniş açıklıklı mekanların bilgi panoları ve yönlendirme sistemleriyle desteklenmemesi durumunda, bireylerde bilişsel yüklenmeye ve stres artışına yol açabileceği ifade edilmektedir (Arthur & Passini, 1992).

2.3. Havaalanları ve Mekansal Algı

Havaalanları, büyük ölçekli iç mekanları ve yön bulma sistemleriyle mekansal algının yoğun olarak test edildiği ortamlardan biridir (Demirkan ve Usta, 2020). Canter (1977), bireylerin mekansal organizasyonu anlamlandırma süreçlerinin mekanın fiziksel özellikleri ve kullanıcının mekansal deneyimiyle doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Golledge (1999), geniş açıklıklı terminallerin, mekansal bellek üzerinde karmaşıklık yaratabileceğini ve bireylerin hipokampus aktivitesinde artışa neden olarak yön bulma stresini artırabileceğini ileri sürmektedir. Ancak, Peponis et al. (1990) tarafından yapılan çalışmalar, büyük ölçekli terminallerin görsel ve mekansal ipuçlarıyla desteklenmesi durumunda yolcuların mekan içinde daha rahat yön bulabildiğini göstermektedir.

Özellikle Pier'lerin yani uçuş kapılarına uzanan doğrusal uzantıların kullanıcılarda yön bulma kaygısı oluşturduğu literatürde görülmektedir. Burada kapılara uzanan uzun ve tekrarlı yollar monoton bir etki oluşturmakta, yönlendirme sıklığı azalmakta bu durum da kullanıcıda doğru yönde olma telaşı oluşturmaktadır ayrıca; bu uzun tekrarlı yollar mesafe algısını da bozabilmektedirler (Lynch, 1964; Carlson ve ark., 2010; Hölscher ve ark., 2006). Literatürde yön bulma kaygısıyla görülen bir diğer mekan da pasaport geçiş sonrası alanlar olmuştur. Buralarda mekânsal süreklilik ani şekilde bozulabilir, kontrol sonrası bilişsel harita sıfırlanarak yeni bir yönelim ihtiyacı doğabilir (Bitgood, 2011; Arthur ve Passini, 1992). Bir başka yön bulma kaygısı oluşturucu alan ise alışveriş mekanları olarak görülmektedir. Burada sirkülasyonun bilinçli olarak karmaşıklaştırılması, görsel dikkat dağıtıcı öğelerin artması yönlendirme mesajları ile ticari mesajların çakışması ve hedef odaklı hareketin kesintiye

uğraması gibi sebepler dolayısıyla bu kaygı durumunun oluştuğu görülmektedir (O'Neill, 1991; Bitgood, 2011; Haans ve ark., 2012). Son olarak literatürde görülen bir diğer yön bulma kaygısı görülen mekan ise Islak hacimlere giden koridorlar olmuştur. Bu koridorlar yolcular tarafından ikincil işlevli yani düşük öncelikli görülmesi, ana sirkülasyondan kopuk olabilmeleri ve görsel referans eksiklikleri nedenirle literatürde önce çıkmaktadır (Passini, 1996; O'Neill, 1991; Hölscher ve ark., 2007).

Sonuç olarak, mekan ölçeğinin bireylerin psikolojik durumu ve bilişsel yükü üzerindeki etkileri bağlamsal faktörlere bağlıdır. İstanbul Havalimanı gibi büyük ölçekli terminallerde, geniş açıklıklı mekanların yönlendirme sistemleri, aydınlatma ve mekansal ipuçları ile desteklenmesi yolcuların deneyimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Demirkan ve Usta, 2020).

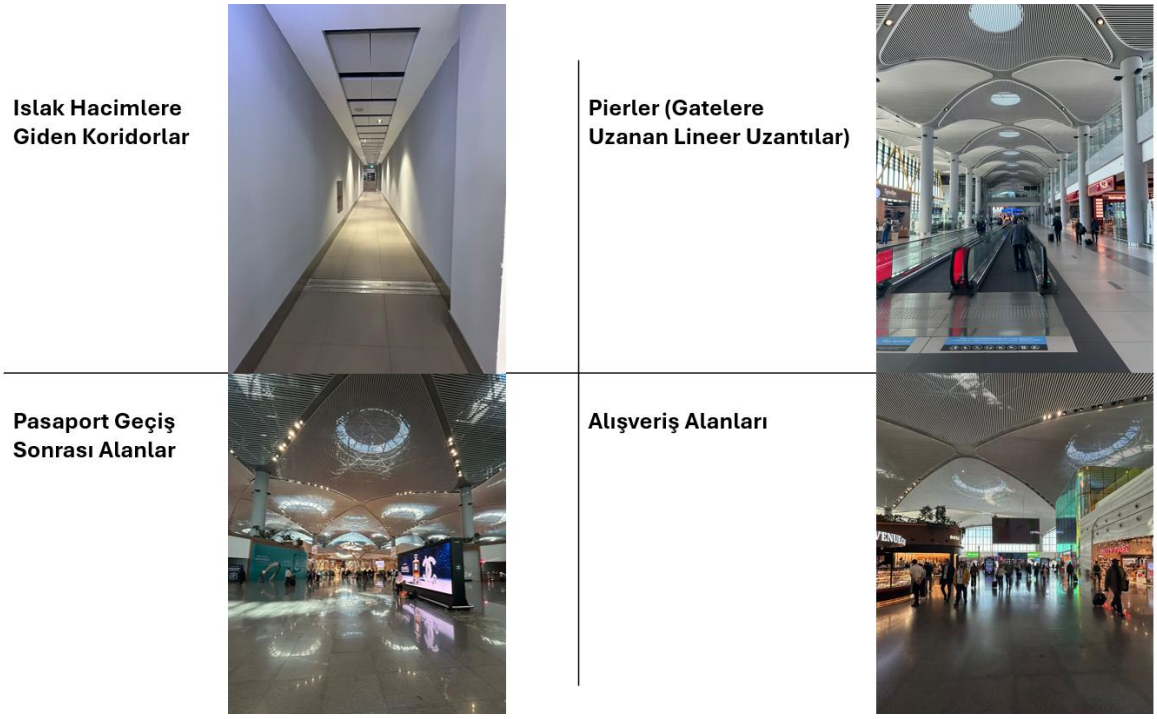
Bu bağlamda, bu çalışmada İstanbul Havalimanı bağlamında, gözlemler gerçekleştirilerek büyük ölçekli mekanların insan psikolojisine etkileri incelenecek ve nöromimari bağlamında değerlendirmeler yapılacaktır.

3.METODOLOJİ

Bu araştırma, büyükölçekli mekanların insan psikolojisi üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla nitel araştırma paradigması çerçevesinde yapılandırılmıştır. Vaka olarak İstanbul Havalimanı seçilmiştir. Yöntem olarak fotoğraflarla uyarılmış geri çağırım metodu kullanılmıştır. Literatür araştırmalarından elde edilen 4 mekan bu metotla değerlendirilmiştir. Bu 4 mekan havaalanlarında en çok kaygının tespit edildiği mekanlar olarak belirlenmiştir. 50 katılımcıdan geri bildirim alınmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış açık uçlu sorularla çalışma desteklenerek kullanıcıların mekan yaklaşımları değerlendirilmiştir.

3.1.Araştırma Deseni

Bu çalışma, nitel bir araştırma tasarımı benimsemektedir. Çalışmanın amacı, İstanbul Havalimanı'ndaki mekanların kaygı oluşturma durumlarının mekan ölçüsüyle ilişkisini değerlendirmektedir. Bu amaçla fotoğraflarla uyarılmış geri çağırım metodu kullanılmıştır (Harper, 2002). Fotoğraflar literatürden elde edilen verilen doğrultusunda seçilmiştir. Bu bilgilere göre hava alanlarında en çok kaygı oluşturan mekanlar Islak Hacimlere Giden Koridorlar, Pierler (Gatelere Uzanan Lineer Uzantılar), Pasaport Geçiş Sonrası Alanlar ve Alışveriş Alanları olmuştur. Bu alanların ölçülerinin en belirgin şekilde görüldüğü 4 fotograf seçilmiştir. Fotoğraflar Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: fotoğraflarla uyarılmış geri çağırım metodu için seçilmiş fotoğraflar

Katılımcılara bu fotoğraflar gösterilerek onlara:

Bu alanları kullandınız mı, kullandığınız alanlar içinden yön bulma kaygısı yaşadıklarınızı işaretler misiniz?

sorusu sorulmuştur. Ardından:

İşaretlediğiniz alanların sizin için neden kaygı içerikli alanlar olduklarını kendi cümlelerinizle açıklarmısınız.

Denilerek, kullanıcıların bu alanlarla ilgili deneyimleri veri olarak toplanmıştır.

3.2.Örneklem

Bu araştırmanın örneklem grubu, İstanbul Havalimanı kullanıcıları ile sınırlıdır. Katılımcılar, amaçlı örnekleme (purposeful sampling) yöntemi kullanılarak seçilmiştir. Amaçlı örnekleme, belirli bir olgunun en iyi şekilde analiz edilebilmesi için, deneyim sahibi bireylerin seçildiği bir yöntemdir (Patton, 2002). Çünkü bireylerin belirli bir mekanın etkilerini anlamlandırabilmesi için yeterli bir gözlem fırsatına ihtiyaç duyduğu bilinmektedir (Van Manen, 2016; Creswell, 2013). Bu yüzden özellikle uçağa biniş öncesinde katılımcılarla görüşülmüştür. Bu sayede katılımcıların fotoğraflarda yer alan rotasyonları kullanmış olmaları sağlanmıştır. Ancak kullanıcılar bu rotayı hatırlamayabilir ya da içinden geçerken o mekanı hafızalarında tutmamış

olabilirler. Bu yüzden fotoğraflarla yeniden çağrışım yapılır ve kullanıcıların sadece hatırladıkları fotoğraflara ait deneyimlerinden bahsetmeleri beklenmektedir.

4.BULGULAR

Yürütülen çalışmada kullanıcı yorumları nitel olarak gözlemlenmiştir. Bu bağlamda hangi ifadenin ne kadar kaç kişi tarafından kullanıldığı gibi nicel çıkarımlar değil, mekan ölçütüyle ilişkili yorumların mevcudiyeti araştırılmıştır. Sonuç olarak bu çalışma ama bir yüksek lisans tezinin pilot alanını oluşturmaktadır ve amacı tezde ele alınacak konunun geçerliliğini test etmektedir. Bu bağlamda literatürde, hava alanlarında yön bulma kaygısı oluşturduğu tespit edilen 4 mekan iki bağlamda test edilmiştir: 1 - İstanbul Halimanı'nda da bu mekanlar yön bulma kaygısı oluşturmakta mıdır? 2 – Bu mekanlar arasında yön bulma kaygısı oluşturanların, kaygı oluşturma sebepleri arasında mekan ölçülerinin de yer alması ile ilgili bir potansiyel mevcut olabilir mi?

Çalışmaların sonucunda kullanıcı ifadelerinden elde edilenler;

"çok büyüktü"

"ortam bir anda daraldı"

«bu kadar uzun bir yol yürüsem bir de bunu geri döneceğim uçuşuma yetişebilir miyim acaba diye düşündüm»

"uzun ve monoton bir yapısı vardı"

"bütün bu alanı ben mi yürüyeceğim diye düşündüm"

Bu gibi ifadeler kullanıcıların fotoğraflarla ilgili geri bildirimlerinden sadece ölçek içerikli olanlarını göstermektedir. Buradan çıkarımla kullanıcıların, farkında olsunlar ya da olmasınlar mekanın büyüklüğü, uzunluğu, ölçüsünün bir anda değişmesi, görüş açıklığında kalan yani görülen alanın ne kadarının kendileriyle ilişkili olabileceğinin çıkarımını yapamamakla ilişkili ya da farklı sebeplerden büyük bir alanın tekrar edilmesi ihtiyacı gibi ölçüyle bağlantılı yönelim kaygıları yaşadıkları görülmüştür. Yer alma yoğunlukları değişmekle beraber bu ifadelerin 4 mekana ait fotoğrafta da mevcut oldukları tespit edilmiştir.

5.SONUÇ

Sonuç olarak yürütülen çalışma göstermiştir ki; yön bulma kaygısı yaşama deneyiminin mekansal hacimlerle ve mimari ölçülerle ilişkileri bulunmaktadır. Uzun bir alan gidilecek yol ya da yanlış yönelmeye bağlı dönüş mesafesi kaygıları oluşturabilir. Ya da monoton bir algı oluşturarak kullanıcının zihnini yorabilir. Benzer şekilde geniş mekanlar korkutucu olabilir, ani daralmaya bağlı bunalma hissine zemin hazırlayabilirdir. Tüm bu ihtimaller birlikte değerlendirildiğinde pilot çalışma göstermiştir ki, İstanbul Havalimanı'ndaki bu dört mekan nöromimari bağlamında incelemeye uygundur. Bu alanlarla mekânsal hacim ölçütleriyle

bağlantılı nörobilişsel bir süreçler gerçekleşmektedir ve bu çalışma havalimanındaki tasarım kararlarının sinir sistemi üzerindeki etkilerini görünür kılan analitik bir zemin sunmaktadır. İlerleyen çalışmalarda ele alınan mekanlar üzerinden kullanıcıların hangi mekânsal hacim ölçütüne ne tür tepkiler oluşturdukları incelenebilecektir. Ayrıca bu alanda kullanılacak teknik destek ekipmanlarıyla benzer ölçütteki farklı alanlarla ortak değerlendirme gerçekleştirilerek, yön bulma kaygısı unsurlarının tam olarak hangi mekânsal hacim ölçütüyle ilişkili olduğu analiz edilebilecektir.

KAYNAKÇA

Arthur, P., & Passini, R. (1992). Wayfinding: People, signs, and architecture. McGraw-Hill.
Bitgood, S. (2011). Social design in museums: The psychology of visitor studies. Edinburgh Gate.
Canter, D. (1977). The psychology of place. Architectural Press.
Carlson, L. A., Hölscher, C., Shipley, T. F., & Dalton, R. C. (2010). Getting lost in buildings. Current Directions in Psychological Science, 19(5), 284-289.
Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). Sage Publications.
Demirkan, Ö., & Usta, A. (2020). Mimari Tasarım Sürecinde Bellek ve Mimesis: Archiprix Projeleri Üzerine Bir Değerlendirme.
Eberhard, J. P. (2009). Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture. Oxford University Press.
Gage, M. (2011). Aesthetics equals politics: New discourses across art, architecture, and philosophy. MIT Press.
Golledge, R. G. (1999). Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes. Johns Hopkins University Press.
Haans, A., Kaiser, F. G., & de Kort, Y. A. W. (2012). Lighting and wayfinding: Improving navigation in indoor environments. Journal of Environmental Psychology, 32(2), 125–134.
Harper, D. (2002). Talking about pictures: A case for photo elicitation. Visual studies, 17(1), 13-26.
Hölscher, C., Meilinger, T., Vrachliotis, G., Brösamle, M., & Knauff, M. (2006). Up the down staircase: Wayfinding strategies in multi-level buildings. Journal of Environmental Psychology, 26(4), 284–299.
Hölscher, C., Büchner, S. J., Meilinger, T., & Strube, G. (2007). Adaptivity of wayfinding strategies in multi-level buildings. Journal of Environmental Psychology, 27(3), 179–191.
Joye, Y. (2007). Architectural lessons from environmental psychology: The case of biophilic architecture. Review of General Psychology, 11(4), 305–328.
Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). Principles of neural science (4th ed.). McGraw-Hill.
Lynch, K. (1964). The image of the city. MIT press.
Montello, D. R., & Raubal, M. (2013). Functions and applications of spatial cognition.
O'Neill, M. J. (1991). Evaluation of a conceptual model of architectural legibility. Environment and Behavior, 23(3), 259–284.
Passini, R. (1996). Wayfinding design: logic, application and some thoughts on universality. Design Studies, 17(3), 319-331.
Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.). Sage Publications.
Peponis, J., Zimring, C., & Choi, Y. K. (1990). Finding the building in wayfinding. Environment and Behavior, 22(5), 555–590.

Pallasmaa, J. (2024). The eyes of the skin: Architecture and the senses. John Wiley & Sons.
Ulrich, R. S. (1991). Effects of interior design on wellness: theory and recent scientific research. In Journal of Health Care Interior Design: Proceedings from the... Symposium on Health Care Interior Design. Symposium on Health Care Interior Design (Vol. 3, pp. 97-109).
Van Manen, M. (2016). Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy. Routledge.
Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modroño, C., ... & Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(supplement_2), 10446-10453.

KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE HASAR GÖREN BETONARME KONUT BİNALARININ RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Fazel Shah ABDALİ
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 48000 Muğla, Türkiye
ORCID: 0009 0003-3616-2298
Asst. Prof. Dr. Vesile Hatun AKANSEL
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Science, Department Civil Engineering, 0610 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3152-1215

ÖZET

6 Şubat 2023 tarihlerinde, merkez üssü Pazarcık olan M 7.7 büyüklüğünde ve merkez üssü Ekinözü-Elbistan olan M 7.6 büyüklüğünde iki büyük yıkıcı deprem dokuz saat arayla meydana gelmiştir. Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Malatya ve Adana başta olmak üzere 11 il ciddi şekilde etkilenmiştir. Toplamda 55 binin üzerinde can kaybı meydana gelmiş, 35 milyonun üzerinde insan etkilenmiş ve 75 binin üzerinde bina ağır/orta hasar almıştır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen betonarme konut binalarının, Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE, 2019) sokak tarama yöntemi ile Türkiye bina stoku için geliştirilmiş iki farklı ön değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırılması ve tahmin edilen hasara bağlı can ve mal kaybı tahmin hesaplamaları yapılmıştır. RYTEİE (2019) Ek-A'da betonarme yapılar için belirtilen sokak tarama yöntemi teknik olumsuzluk parametreleri dikkate alınarak, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde hasar gören binalar için bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti ile her bina için RYTEİE (2019) performans puanı ve farklı ön değerlendirme yöntemlerine göre hasar tahminine bağlı risk durumları tespit edilmiştir. Ayrıca, can ve mal kaybı hesaplamaları da ağır hasar tahminli her bina için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu çalışma sayesinde, RYTEİE (2019) performans puanları ve ön değerlendirme yöntemlerinin risk değerlendirmesi için hasara bağlı verilerle karşılaştırılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Risk Değerlendirmesi, Betonarme Yapılar, Sismik Zafiyet

COMPARISON OF RISK ASSESSMENT METHODS FOR REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDINGS DAMAGED IN THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

ABSTRACT

On February 6, 2023, two major destructive earthquakes occurred nine hours apart: one with a magnitude of 7.7, with its epicenter in Pazarcık, and another with a magnitude of 7.6, with its epicenter in Ekinözü-Elbistan. Totally 11 provinces, Kahramanmaras, Adiyaman, Hatay, Malatya, Adana, and Gaziantep were severely affected. This earthquake resulted in over 55,000

casualties, and more than 35 million people were affected and more than 75,000 buildings with severe and moderate damages occurred. In this study, a comparison is made between the The Principles of Risky Building Identification (PRBI, 2019) walk-down method and two preliminary assessment methods developed for the building stock in Türkiye, focusing on reinforced concrete residential buildings affected by the Kahramanmaraş earthquakes. Additionally, the casualty and economical losses based on the estimated damage are calculated on heavy damage estimated buildings. A dataset is created by taking into account the technical deficiency parameters defined in Annex-A of PRBI (2019) for reinforced concrete structures and based on the buildings damaged during the Kahramanmaraş earthquakes on February 6, 2023.The PRBI (2019) performance score for each building and risk levels based on damage estimation according to different preliminary assessment methods are determined using the generated dataset. Moreover, casualty and economic loss calculations are performed individually for each building. Through this study, a comparison of the PRBI (2019) performance scores and preliminary assessment methods are carried out using damage-based data for risk assessment.

Keywords: Risk Assessment, RC Structures, Seismic vulnerability, Walk-down method, Kahramanmaraş Earthquakes

1. INTRODUCTION

As is known, developing societies and countries are facing inadequate construction quality, planning, this lack of the unplanned urban development and inadequate funds is because of the population growth. This disordered development does not have the capability for successful cities, and this lead low quality of the construction materials and uncontrol work so it causes the casualties and economic losses in natural hazards such as earthquakes, Tsunamis, landslides etc. For precaution to minimum losses because of the nature hazards these countries ought to implement re-urbanization for filtering the stock of the non-vulnerable buildings from others. However, there is some work that has been done in the past (TBEC 2018) ...etc., and it takes to much time for a detailed performance analysis and need more manpower and funding. So, because of inadequate funds and time, it’s hard to assess with a detailed procedure of large stock of buildings in insufficient period of time.

The risk assessment can be classified into three groups. The walk-down method is the simplest, requiring few queries to identify deficiencies and calculate a performance score, which is similar to the approach used by PRBI (2019), ATC-21 (2002) and Coskun et al. (2020). The second group includes more parameters and calculations to check the capacity or capacity-related parameters. Hassan and Sozen (1997) studied seismic vulnerability assessment of low-

rise buildings. Sucuoglu & Yazgan (2003) studied the rapid screening parameters to assess the risk based on damaged buildings during Düzce earthquake. Yakut (2004) and Yakut et l. (2012) used workmanship or capacity concepts to develop risk ranking methodologies and generate a rapid assessment method for the seismic performance of the existing reinforced concrete buildings to obtain capacity index modified by the materials and workmanship quality. (Al-Nimry et al. (2015)) and Perrone et al. (2015) stated a similar rapid screening study. Coskun et al. (2020) and Sahmaran et al. (2021) developed a preliminary assessment method using statistical approaches on the the walk-down assessment parameters for the 2020 Elazığ earthquake. Özkaynak and Özbay (2018) examine 160 buildings in Esenler using rapid screening methods to calculate the performance points for each building. Akansel et al. (2023) developed a SaaS platform as "Simurg Resilience Decision Support Software" to assess the seismic risk of the buildings and estimate the measures of post-earthquake effects such as the casualties and the economic losses. Akansel and Baki (2025) examine walk-down assessment survey (PRBI,2019) on RC Buildings at Emirbeyazıt Neigbourhood, Muğla and used Yakut (2004) method as a second step assessment to see the relationship between the performance points and index calculated according to Yakut (2004) study.

This study applied a street survey walk-down method, aligned with PRBI 2019 to assess the seismic vulnerability of 438 reinforced concrete (RC) residential buildings in the earthquake-affected provinces of Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, and Gaziantep. In this study, the PRBI (2019), the simplified method of the walk-down has been considered, and the survey form in Fig. 1, for 438 buildings were filled to create the database on the damage induced buildings during 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes using the Simurg Resilience platform developed by Akansel et al. (2023). The statistical values for the database is given in Fig. 2 for technical deficiencies used in the survey (Fig. 1.)

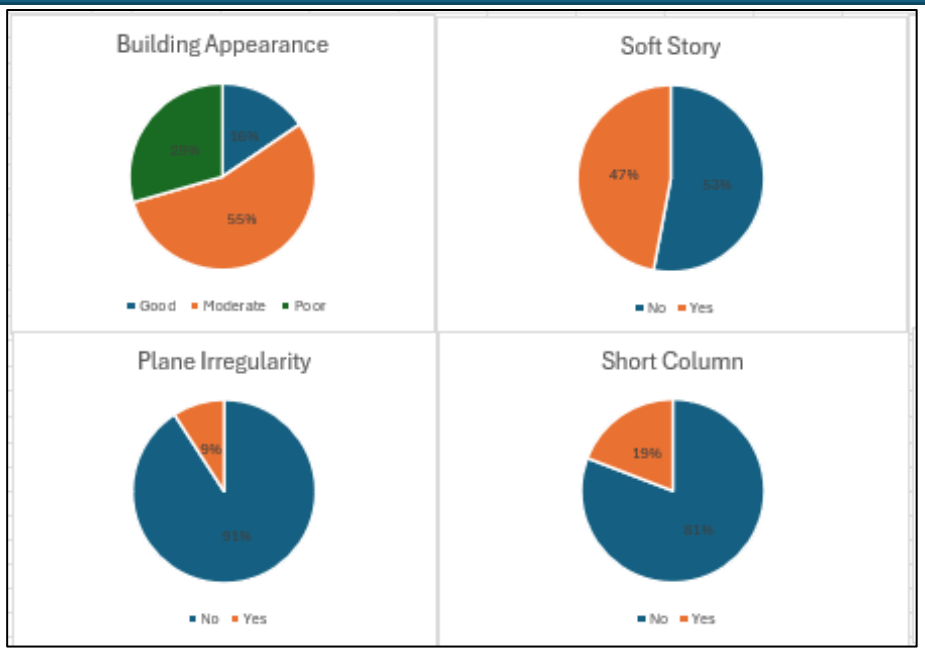
Building ID Info					Date:	
					No:	
Building ID No						
Province						
Distruct						
NEIGHBOURHOOD						
Street						
Apt NO						
Sheet						
ADA						
PARSEL						
UAVT Building Code						
Building Estimeted Age						
Geographical Coordinate	LATITUDE :		LONGITUDE :			
Building Type	☐ Residential Building	☐ Commercial Building	☐ Industrial Building	☐ Public Building	☐Abandoned Building	
Building Technical Deficiency						
Structural System Type	☐ RC Frame		☐ RC Frame and Shear Wall			
Number Of Stories						
Building Appearance	☐ Good	☐ Moderate	☐ Poor			
Soft Story/Weak Story	☐ Yes	☐ No				
Vetical Irregularity	☐ Yes	☐ No				
Heavy Overhang	☐ Yes	☐ No				
Plan Irregularity	☐ Yes	☐ No				
Short Column	☐ Yes	☐ No				
Building Adjacency	☐ Separate	☐ Adjacent	☐ Corner-Adjacent			
Adjacency Of Building's slab Levels	☐ Leveled	☐ Not-Leveled				
Soil Slope	☐ Flate	☐ (Slope > 30)				
Site Class	☐ ZA	☐ ZB	☐ ZC	☐ ZD	☐ ZE	
NOTE:						

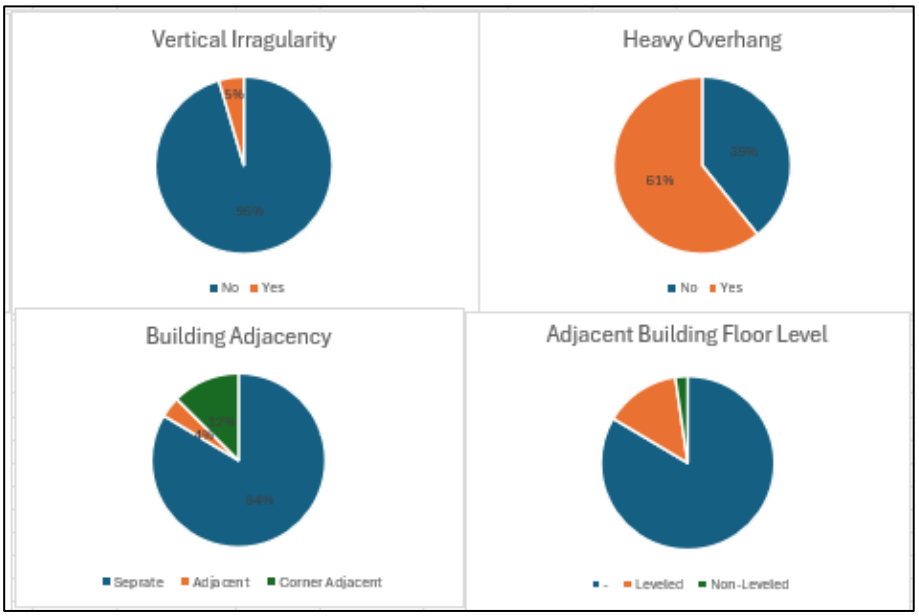
Fig. 1. The survey Form for residential building (PRBI 2019 figure A.1)

2. MATERIAL AND METHODS

The performance scores calculated according to PRBI (2019) is compared to preliminary methods such as Yakut et al. (2012) and Coskun et al. (2020) & Sahmaran et al. (2021) due to being developed for Turkish building stock, based on street survey data and consider the damage situations in the recent occurred earthquakes and the advanced performance analysis results. The approximate estimation rate for both methods is more than 70%

.





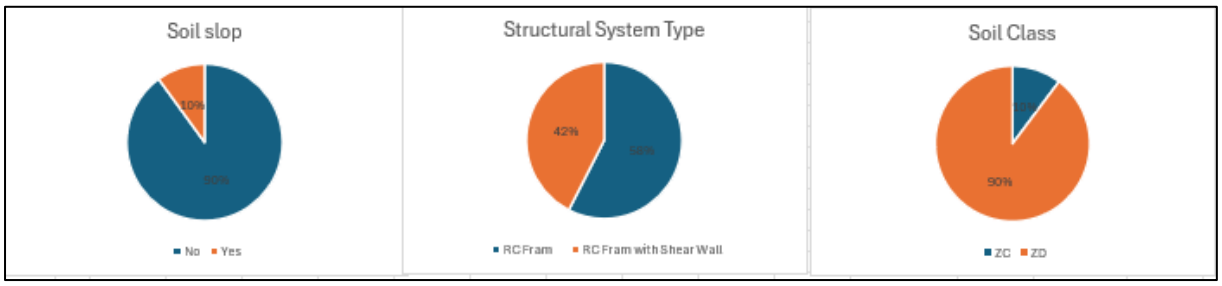


Fig. 2. Statistical values of the dataset

2.1. Collection and preparation

The data was collected from the street survey and filled consider to the PRBI (2019) Annex-A (Fig.1) and all the buildings technical deficiency observed in for filling the building deficiency parameters as punishment. The buildings are selected both from the literature studies visits with open data sources (Pujol et al. (2024)) and site visits performed after 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes. The performance score has been calculated based on the building's technical deficiencies, seismic zonation, base score and structural system scores given in the survey form for RC residential buildings. These buildings will be classified in three categories, High-risk, Moderate, and Low-risk for the existence damage state occurred during the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquake sequences. The database includes 438 Number of buildings which has 14 collapsed, 204 heavy damaged, 40 moderately damaged, 140 low damage and 40 none/light damage buildings. The technical deficiencies and the statistical values for the parameters in the survey are given in Fig. 2.

2.2. Methods

2.2.1 Walk-down survey method according to PRBI (2019) Annex-A

To calculate the performance point of existing buildings with simplified method of the street survey for "PRBI (2019)" which was come into force in 2019 to determine the regional earthquake risk distribution, the Fig. 1 form was filled for Kahramanmaras, Hatay, Adiyaman, and Gaziantep provinces and the sample of the building's photos given in Fig. 3. As is seen in Fig. 1. with the preliminary assessment for street survey observations for building technical deficiency such as structural system type, soft story, vertical irregularity, plan irregularity, short column, heavy overhang, building adjacency, adjacent building floor level, soil slope, site class seismic zone, the considered problems have been photographed and saved. Common deficiencies are heavy overhang, soft story, structural system type and poor quality of materials usages have been observed in buildings (Fig. 2). The earthquake ground motion parameters are taken from the Türkiye Earthquake Hazard Map (S_S, S_1, PGA, PGV) and the Table 1 is used to provide the hazard zone.

To calculate the structural system point for RC frame and RC frame with shear wall, the hazard zone and structural system type given in the Table 1 and Table 2 were used, and for every deficiency presents in buildings the deficiencies existence values calculated by considering Table 3. Values for these parameters are 1 and 0. The value for building's apperant quality is 0 if it is good and for moderate it is 1 and for poor it is 2. The deficiency parameters' points are calculated by considering Table 4. The performance points for each data, which was collected

after Kahramanmaras from street survey of provinces Kahramanmaras, Hatay, Adiyaman and Gaziantep and literature (Pujol et al. (2024), calculated according to Equation 1,



Fig. 3. Photos of the buildings from the area site

Table 1. Hazard Zonation (PRBI 2019, Table A.2)

Hazard Zone	S_{DS}	Site Class
I	$S_{DS} \geq 1.0$	ZC/ZD/ZE
II	$S_{DS} \geq 1.0$	ZA/ZB
	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZC/ZD/ZE
III	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZA/ZB
	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZC/ZD/ZE
IV	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZA/ZB
	$0.50 \geq S_{DS}$	Tüm zeminler

$$PP = TP + \sum_{i=1}^{N}(0i + 0Pi) + YSP \qquad \textbf{Equation 1}$$

Table 2. Base Score and Structural System Point (PRBI 2019, Table A.1)

Table A.1 Base Score and Structural System Point						
Number Of Floor	Base Score (TP)				Structural System Point (YSP)	
	Hazard Zone				Structural System	
	I	II	III	IV	RC Fram	RC fram and Shear wall
1 ve 2	90	120	160	195	0	100
3	80	100	140	170	0	85
4	70	90	130	160	0	75
5	60	80	110	135	0	65
6 ve 7	50	65	90	110	0	55

Table 3. Deficiency Parameters' Existence Values (PRBI 2019, Table A.3)

Table A.3 Deficiency Parameter's Value(Oi)						
Deficiency Parameters NO	Deficiency Parameters	Statu 1		Statu 2		
		Parameter Determination	Parameters Value	Parameter Determination	Parameter Value	
1	Building Appearance	Good	0	Moderate/Bad	1	2
2	Soft Story	No	0	Yes	1	
3	Vertical Irregularity	No	0	Yes	1	
4	Heavy Overhang	No	0	Yes	1	
5	Plan Irregularity	No	0	Yes	1	
6	Short Column	No	0	Yes	1	
7	Building Adjacency	Separate	0	Adjacent/Corner Adjacent	1	
8	Soil Slop	No	0	Yes	1	

Table 4. Table of Deficiency Parameters' Points (PRBI 2019, Table A.4)

Table A.4 Table of Deficiency Parameter's Point (OPi)											
Number of Story	Soft Story	Building Appearance	Heavy Overhang	Floor level/Independent building				Vertical Irregularity	Plan Irregularity	Short Colum	Soil Slope
				Level		Not-Level					
				Middle	Corner	Middle	Corner				
1,2	-10	-10	-10	0	-10	-5	-15	-5	-5	-5	-3
3	-20	-10	-20	0	-10	-5	-15	-10	-10	-5	-3
4	-30	-15	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
5	-30	-25	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
6,7	-30	-30	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3

2.2.2 Preliminary method 1: : Yakut et al. (2012)

This study introduces a practical walk-dowm survey technique for assessing seismic vulnerability in Istanbul's mid-rise reinforced concrete buildings. Using parameters such as soft story, building appearance, heavy overhang, it was aimed to find out performance point of approximately 100,000 buildings. The model, calibrated with observed damage data from the 1999 Düzce earthquake. The classification has been divided into three classes low-risk, moderate, and high-risk. 43<EPS<60, according, EPS<43 as high-damage, 43<EPS<60 as moderate and when EPS>60 implies low-damage. In Equation 2 and 3 shows how EPS is calculated. They observed different regression coefficients for different number of stories and they give a base score based on a seismic hazard analysis result and assign a deficiency points for damageability. In Fig. 4, the threshold estimation is given from Yakut et al. (2012).

$E(PS\|SS=ss, AQ=aq, HO=ho) = EPS = \hat{\beta}_o + \hat{\beta}_{SS}(ss) + \hat{\beta}_{AQ}(aq) + \hat{\beta}_{HO}(ho)$	**Equation 2**
$\Delta^2 = \sum_{i=1}^{n} (OPS_i - EPS_i)^2$	**Equation 3**

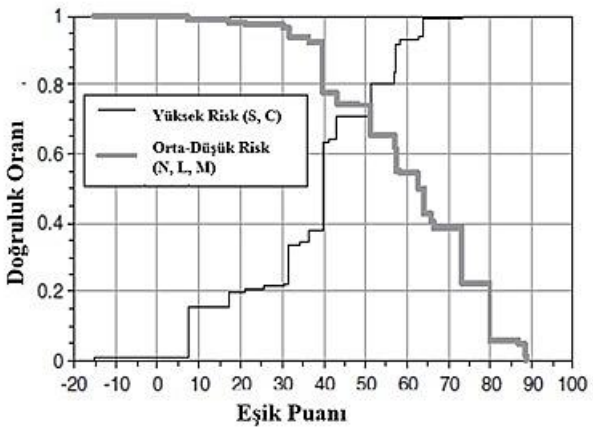


Fig. 4 The given threshold by Yakut et al (2012)

2.2.3 Preliminary assessment 2: Coskun et al. (2020) and Sahmaran et al. (2021)

This method was developed by Türkiye Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change and Hacettepe University; Middle East Technical University. 14 parameters given in the PRBI (2019) walk-down survey such as, building age, structural irregularities, and soil conditions were used to calculate the penalty point for reinforced and masonry buildings, these point are summed to calculate the the building score to prioritize seismic risk assessments and the priority classified in three classes from high to low (Equation 4). The risk levels are divided into three classifications such as Low, Moderate, High, depending on the Building Risk Score (BRS) and the given threshold values, as follows: BRS>50 implied as Low-Risk, BRS<-50 implied as High-Risk, 50<BRS<-50 implied as Moderate-Risk level. The updated Sahmaran et al (2021) version of the method incorporates lessons from the Elazığ earthquake and is designed for the mass evaluation of Turkey's existing building stock.

$$Building\ Risk\ Score\ (BRS) = CP_N + CP_{DR} + CP_{ZD} + CP_{BY} + CP_{TST} + CP_{YND} + CP_{KK} + CP_{DD} + CP_{AÇ} + CP_{PD} + CP_{ZK} + CP_{KDE} + CP_{TZE} + CP_{YE} \quad \text{... Equation 4}$$

3. RESULTS AND LOSS CALCULATIONS

3.1 PRBI (2019) PP Results

The performance point (PP) is calculated for each building and then sorted from the high low to prepare the data for risk prioritization. In Fig. 5, the calculated PP values are given. The PP values are ranging from -100 to 200 and the mean 45. There no such a recommended threshold for PP and therefore, the ranking system take place in risk mitigation plans.

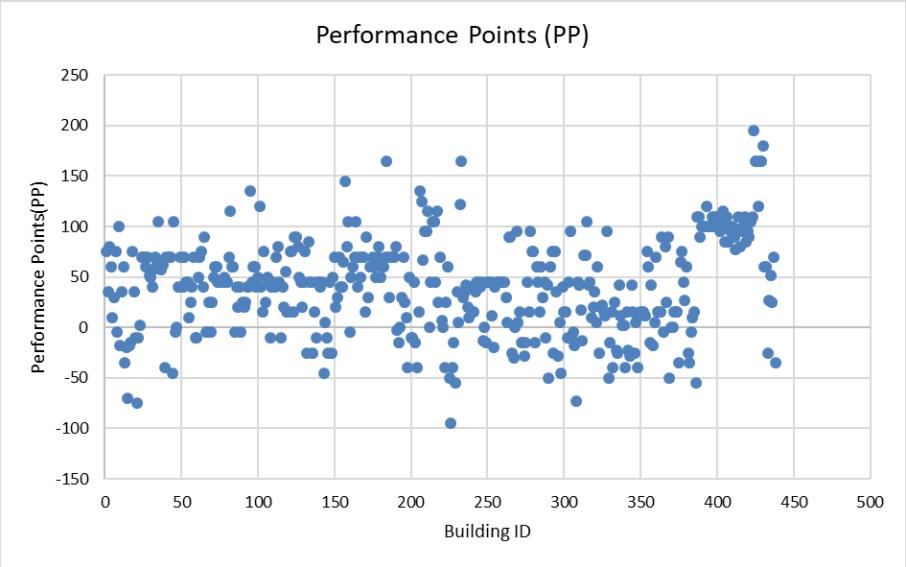


Fig. 5 Performance Point (PP) for each building

3.2 Preliminary Assessment -1: Yakut (2012) Results

The 258, 69, and 111 number of buildings are classified as low, moderate, and high, respectively for the given thresholds. In Fig. 6, the EPS values are calculated for each building and plotted. When comparing preliminary assessment methods, the damage state threshold values of the relevant method were used.

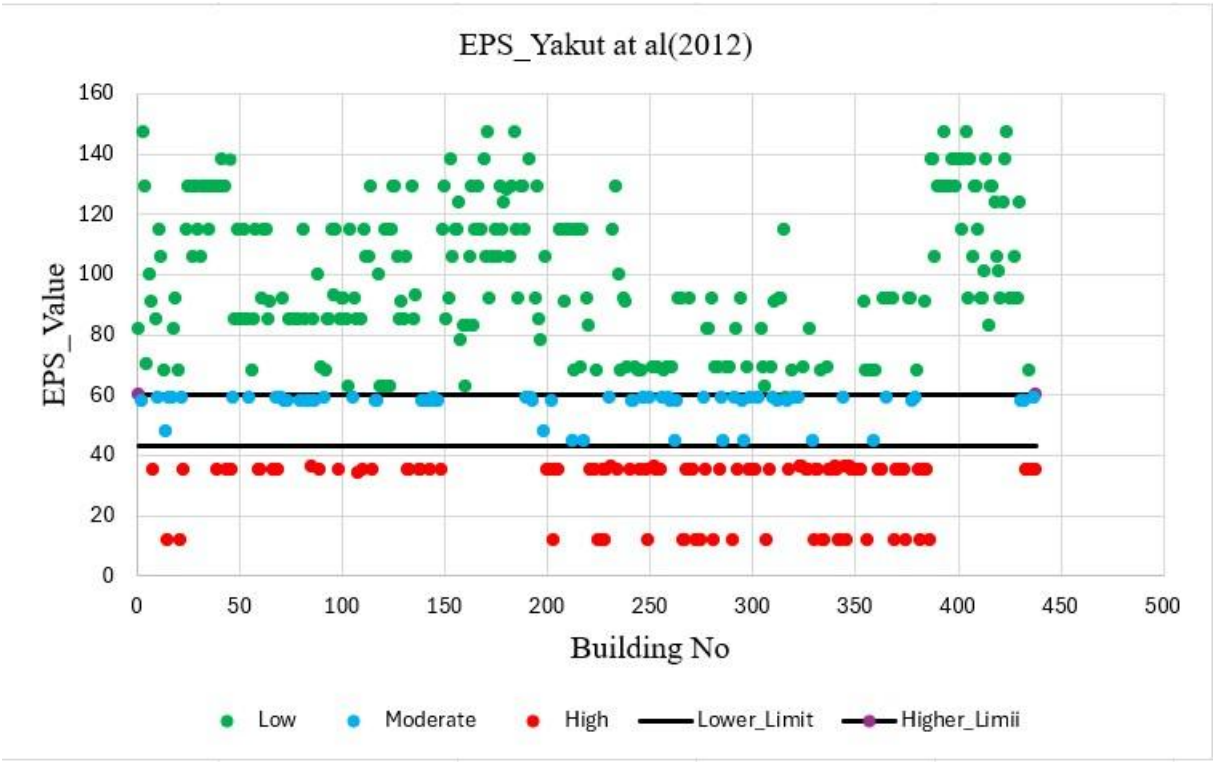


Fig. 6 Except performance Score based on Yakut et al. (2012)

In the Yakut et al (2012) study, the thresholds used for Expected Performance Score (EPS) are between 43 and 60. If the EPS value is less than 43, the building damage group is severe damage. If the EPS value is between 43 and 60, the building damage group is moderate damage. If the EPS value is greater than 60, the building damage group is low damage. In **Fig. 7**, the real damage versus EPS values are plotted and given. The **Fig. 7** shows that the method underestimate the risk for certain amount of heavy damaged buildings. The given method is developed using different numbers of parameters, this discrepancy is considered acceptable due to being a statistical model. Maps are presented as follows for the risk distribution: for preliminary assessment method 1 (Yakut et al. (2012)) in **Fig. 8.**

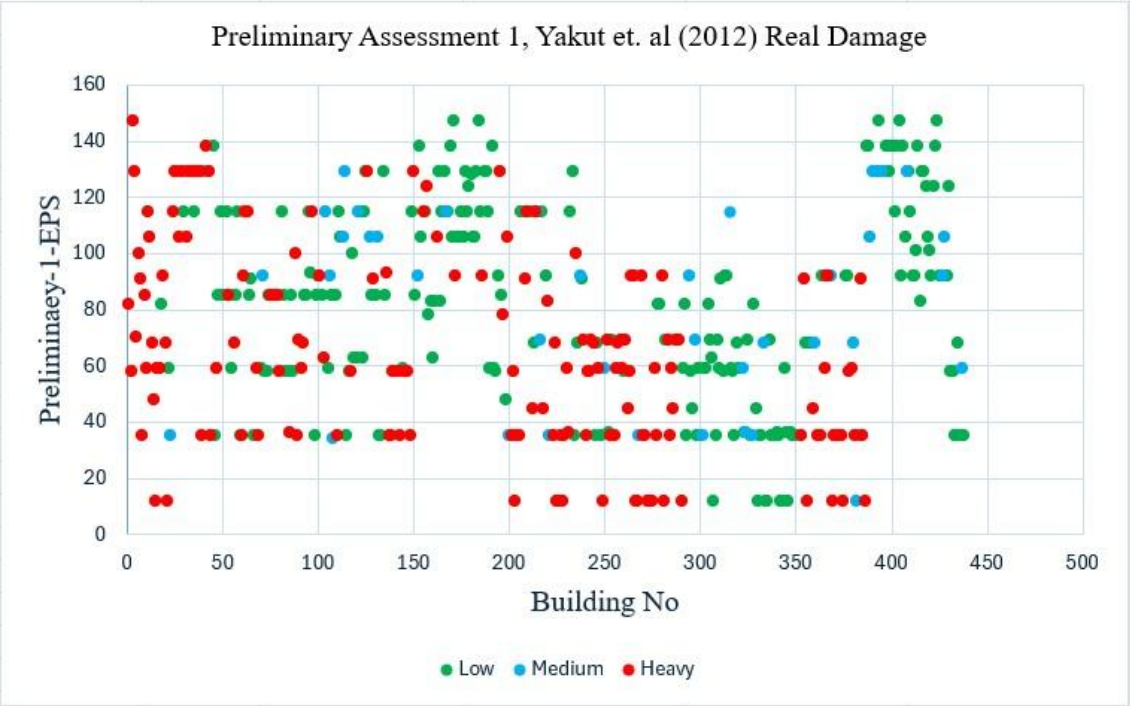


Fig.7 Real Damage vs Yakut et al. (2012) method

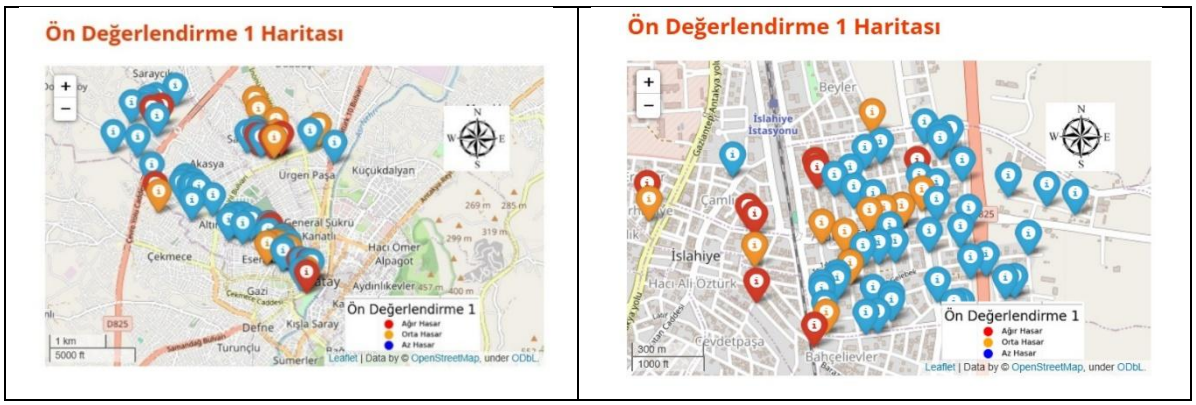


Fig. 8. Risk Map distribution for Islahiye and Hatay center, Preliminary assessment 1-(Yakut et al., 2012).

3.3 Preliminary Assessment -2: Coskun et al. (2020) and Sahmaran et al. (2021) Results

In the Coşkun et al (2020) and Sahmaran et al. (2021), the BRS are used to determine the priority order. The established priority orders align with the damaged state groups. The priority order thresholds are 50 and -50. Building Scores equal to or less than -50 fall into the High-risk group. Building risk Scores between -50 and 50 fall into the Moderate risk group. BRS, equal to or greater than 50, fall into the Low-risk group. Fig. 9 displays the estimated BRS values and risk levels regarding to the thresholds. In Fig. 10, comparison of the real damage to calculated BRS values are given. Considering that the limit value for EPS is 60 and for BRS is -50, both methods failed to capture a portion of the buildings with High-risk and Moderate damage. There is no correlation between real damage. Maps are presented as follows for the damage distribution: for preliminary assessment method-2 (Coskun et al. (2020) and Şahmran et al. (2021)) in Fig. 11. In Fig. 8 and Fig.11, the location based maps are given using the Simurg Resilience Decision Support Software (Akansel et al. (2023)).

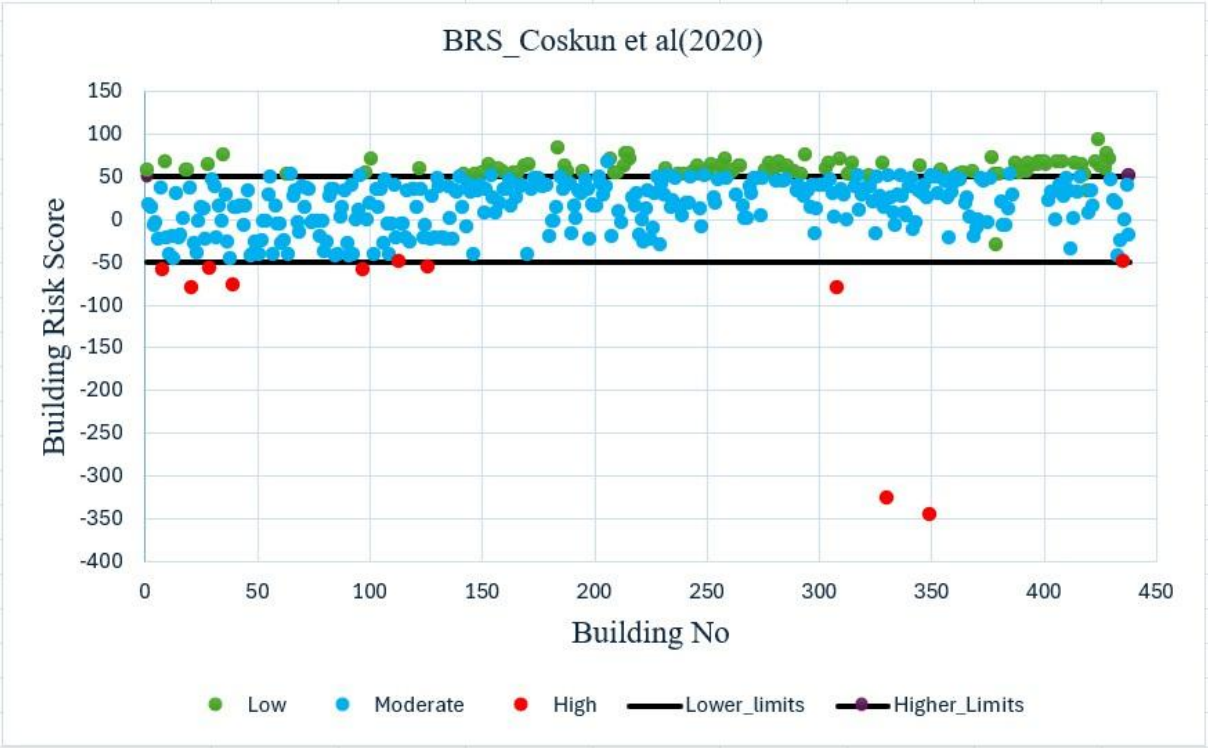


Fig. 9 Building Risk Score based on Coskun et al. (2020) and Sahmaran et al. (2021)

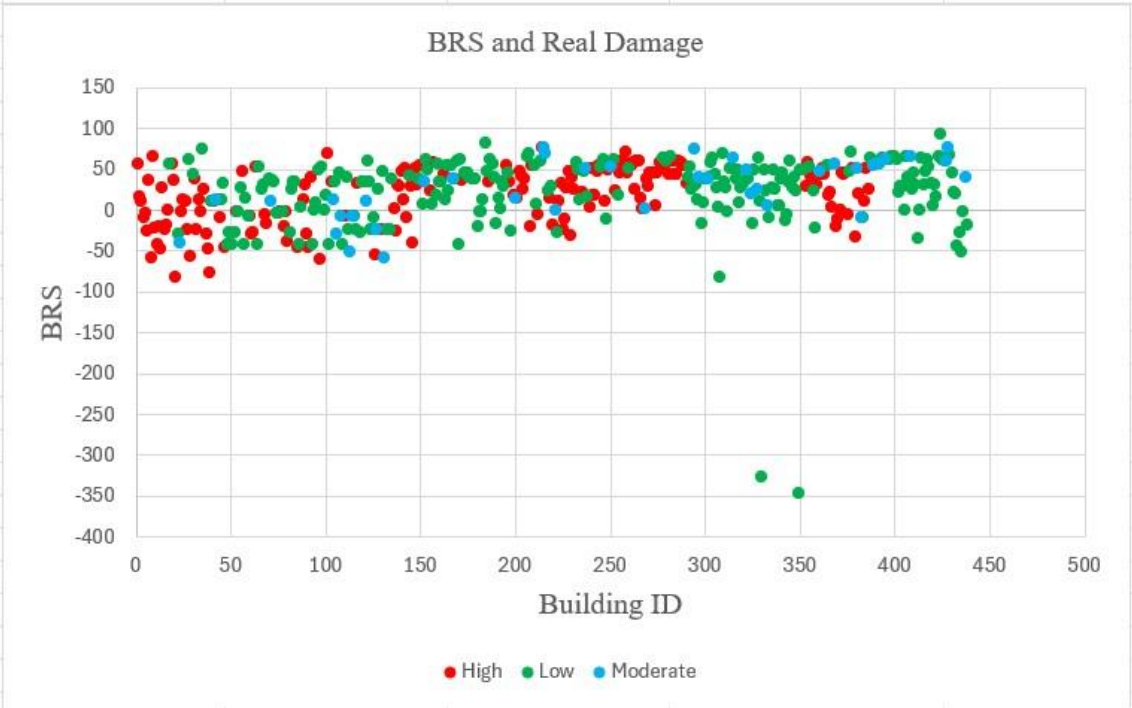


Fig. 10. Building Risk Score (BRS) vs the real damage

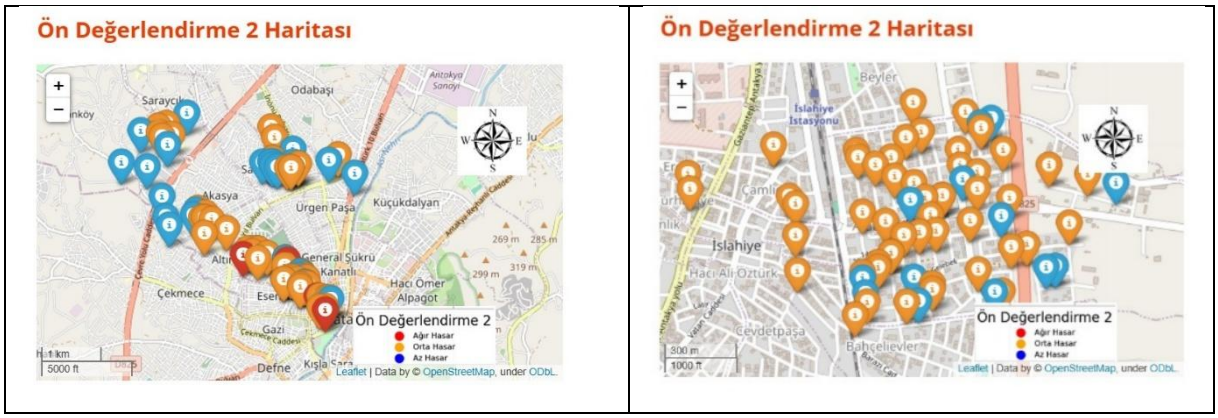


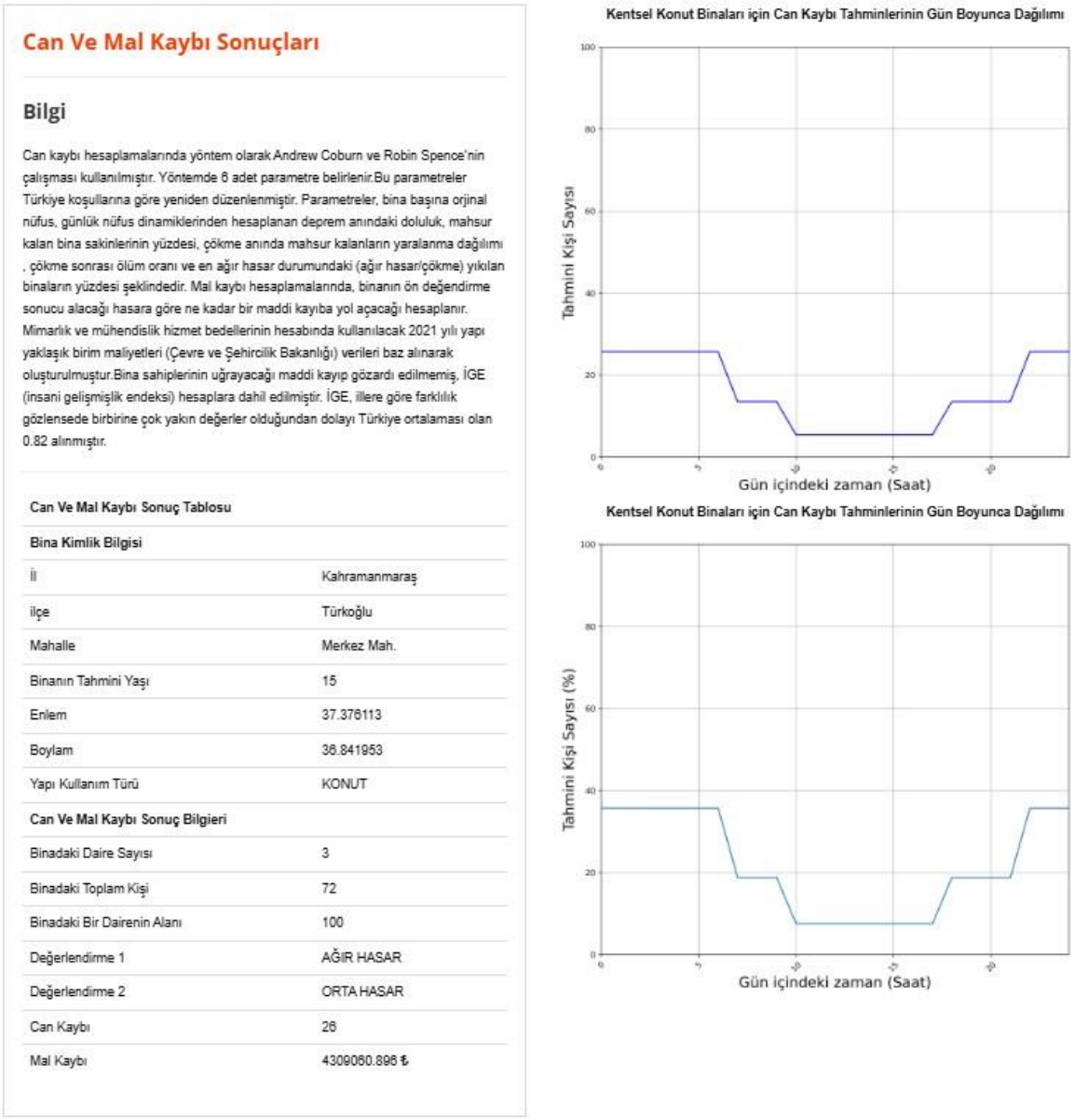
Fig. 11. Hazard Map Distribution for Islahiye and Hatay Center Preliminary assessment-2 (Coskun et al., 2020 and Sahmaran et al. (2021))

3.4. Economic Losses and Casualties.

This section details the casualty estimation method, adapted from Coburn & Spence (2002). Which uses six key parameters (M1-M6) to predict potential fatalities from building collapse. The model factors in the original number of residents (M1), the percentage of people inside at the time of the earthquake (M2), the proportion of occupants likely to be trapped (M3), injury severity distributions (M4), post-collapse survival rates based on rescue timing (M5), and the assumed rate of collapse among severely damaged buildings (M6, taken as 0.5 for Turkey).

Fatality Rate = M1 × M2 ×M3 × (M4 + (1-M4) ×M5) ×M6.	**Equation 5**

It is just limited to calculating the high-risk buildings. In **Fig. 12**, the graph shows the peak hours in during the day. This graph was created with help of Simurg Resilience Decision Support Software (Akansel et al. (2023)).



Can Ve Mal Kaybı Sonuçları

Bilgi

Can kaybı hesaplamalarında yöntem olarak Andrew Coburn ve Robin Spence'nin çalışması kullanılmıştır. Yöntemde 6 adet parametre belirlenir.Bu parametreler Türkiye koşullarına göre yeniden düzenlenmiştir. Parametreler, bina başına orjinal nüfus, günlük nüfus dinamiklerinden hesaplanan deprem anındaki doluluk, mahsur kalan bina sakinlerinin yüzdesi, çökme anında mahsur kalanların yaralanma dağılımı , çökme sonrası ölüm oranı ve en ağır hasar durumundaki (ağır hasar/çökme) yıkılan binaların yüzdesi şeklindedir. Mal kaybı hesaplamalarında, binanın ön değendirme sonucu alacağı hasara göre ne kadar bir maddi kayıba yol açacağı hesaplanır. Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2021 yılı yapı yaklaşık birim maliyetleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) verileri baz alınarak oluşturulmuştur.Bina sahiplerinin uğrayacağı maddi kayıp gözardı edilmemiş, İGE (insani gelişmişlik endeksi) hesaplara dahil edilmiştir. İGE, illere göre farklılık gözlensede birbirine çok yakın değerler olduğundan dolayı Türkiye ortalaması olan 0.82 alınmıştır.

Can Ve Mal Kaybı Sonuç Tablosu	
Bina Kimlik Bilgisi	
İl	Kahramanmaraş
İlçe	Türkoğlu
Mahalle	Merkez Mah.
Binanın Tahmini Yaşı	15
Enlem	37.376113
Boylam	36.841953
Yapı Kullanım Türü	KONUT
Can Ve Mal Kaybı Sonuç Bilgieri	
Binadaki Daire Sayısı	3
Binadaki Toplam Kişi	72
Binadaki Bir Dairenin Alanı	100
Değerlendirme 1	AĞIR HASAR
Değerlendirme 2	ORTA HASAR
Can Kaybı	26
Mal Kaybı	4309060.896 ₺

Kentsel Konut Binaları için Can Kaybı Tahminlerinin Gün Boyunca Dağılımı

Tahmini Kişi Sayısı

Gün içindeki zaman (Saat)

Kentsel Konut Binaları için Can Kaybı Tahminlerinin Gün Boyunca Dağılımı

Tahmini Kişi Sayısı (%)

Gün içindeki zaman (Saat)

Bilgi :

Hane halkı büyüklüğünün bilinmediği durumlar için binanın bulunduğu ile göre Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan, ortalama hane halkı büyüklüğü kullanılmıştır.Daire sayısı bilinmiyorsa, eğer binanın kat sayısı 1 ise daire sayısı 1 kabul edilmiştir.Binanın kat sayısı 2 ise daire sayısı 2 kabul edilmiştir.Eğer bina 3 ve 3'ten fazla kata sahipse daire sayısı 3 olarak kabul edilmiştir.

Fig. 12. Graph of the life losses during the day hours.

The economic losses of the building calculated concern to 1USD=42YTL as it was in November of 2025. The methodology for estimating losses from the earthquake is broken down into two main components, First, structural losses are calculated as a percentage of the building's initial construction cost, using damage state ratios specific to Turkiye's building stock. Second, an

additional financial loss for occupants is estimated for severely damaged buildings, based on a percentage of Turkey's per capita GDP adjusted by the national Human Development Index. Altogether, show the calculation for preliminary total economic loss estimation for residential RC buildings which are assessed as severely damaged. The graph below shows casualties and economic losses (**Fig. 13**).

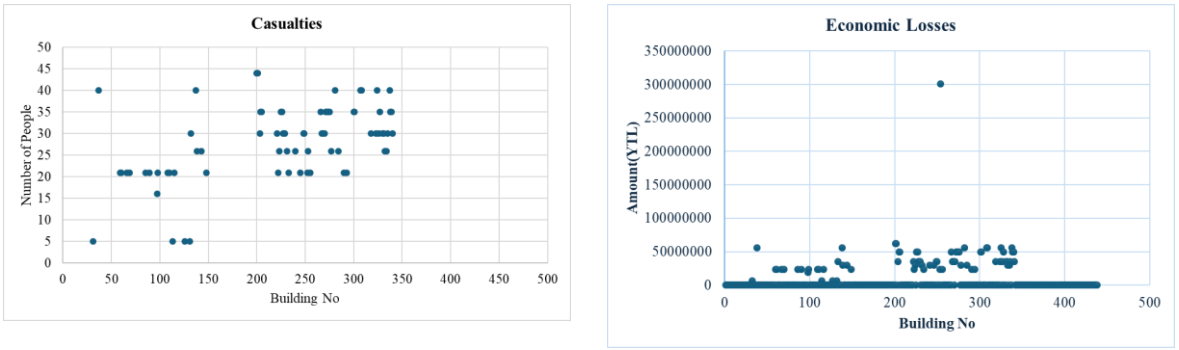


Fig. 13. Casualty and economical losses.

3. CONCLUSION AND DISCUSSION

This study applied a street survey walk-down method, aligned with PRBI 2019 to assess the seismic vulnerability of 438 reinforced concrete (RC) residential buildings in the earthquake-affected provinces of Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, and Gaziantep. The primary objective is to classify these buildings into high, moderate, and low-risk categories based on calculated Performance Point (PP). With the help of this performance point it is realizing the high and low risk building. The PRBI (2019) method, being the current national standard for identifying risky buildings, provides a legally recognized framework. The Yakut et al.(2012) and Coşkun et al. (2020) &Şahmaran et.al. (2021) methods offer valuable, research-backed perspectives. The fact that all methods identified a substantial portion of the stock as high or moderate risk reinforces the critical finding: the seismic vulnerability in the region is severe and corroborated by multiple assessment approaches.

It is serious warning casualty and economic loss analysis. Shown the main cause for loss of life is the collapse of the structure, pointing to a critical need for structural reinforcement. It has been proven that the weak building is a direct financial ruin for owners and broadens economic strain. Consequently, the most important this is the risk map, which directly shows where action is needed most. By visually pinpointing high-risk buildings at a neighborhood level, they move beyond statistical summaries to provide a direct basis for urban planning and emergency management. Planners and municipal authorities can use these maps to prioritize buildings for

detailed engineering evaluation, design targeted retrofit campaigns, and plan for relocating and evacuating centers.

In conclusion, this study demonstrates that the PRBI (2019) street survey method is an effective and rapid tool for post-earthquake reconnaissance and pre-disaster risk assessment in Turkey. However, having no threshold value to classify the risk level is a drawback for the PRBI (2019). The widespread deficiencies catalogued explain the observed damage patterns, and the high-risk classification of a significant portion of the stock signals a continued major threat from future seismic events. The real strength of this work is how it turns simple street observations into specific, map-based priorities and cost estimates. This gives decision-makers the hard evidence they need to focus tight budgets and efforts on the high risk buildings, aiming to prevent future loss of life and financial disaster. One of the main outcome can be told as what should be the limiting values for high risk class. Both of the preliminary methods show that the real damage is underestimated on a undeniable number of buildings.

REFERENCES

Akansel V. H. and Baki M. A., (2025). “Seismic Risk Assessment of RC Buildings in Muğla”, Dicle University Journal of Engineering, Volume: 16 Issue: 3, pp: 849 – 856, https://doi.org/10.24012/dumf.1751630.

Akansel, V. H., Öğünç, O., Şentümür, E., Baki, M. A., Yakut, A., & Gülkan, P. (2023). Simurg Resilience: Deprem Risk ve Dirençlilik Karar Destek Yazılımı . TGS - Mühendislikte Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu. ANKARA: İnşaat Mühendisleri Odası.

Al-Nimry, H., Resheidat, M., & Qeran, S. (2015). Rapid assessment for seismic vulnerability of low and medium rise infilled RC frame buildings. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 14(2), 275–293. https://doi.org/10.1007/s11803-015-0023-4

Askan, A., & Yucemen, M. S. (2010). Probabilistic methods for the estimation of potential seismic damage: Application to reinforced concrete buildings in Turkey. Structural Safety, 32(4), 262–271. https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2010.04.001

ATC-21, (2002). "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, FEMA-154," Applied Technology Council, Redwood City, California.

Coburn, Andrew., & Spence, R. J. S. . (2002). Earthquake protection. J. Wiley.

Coskun, O., Aldemir, A., & Sahmaran, M. (2020). Rapid screening method for the determination of seismic vulnerability assessment of RC building stocks. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(4), 1401–1416. https://doi.org/10.1007/s10518-019-00751-9

Hassan A.F. and Sozen M. A., (1997). "Seismic vulnerability assessment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquakes," ACI Structural Journal, vol. 94, no. 1, pp. 31-39.

Özkaynak H. and Özbay A. E. Ö. (2018), "Seismic Vulnarability Assessment of Reinforced Concrete Buildings Located in Esenler District of İstanbul," Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, vol. 18, no. 1, pp. 285-294.

Perrone, D., Aiello, M. A., Pecce, M., & Rossi, F. (2015). Rapid visual screening for seismic evaluation of RC hospital buildings. Structures, 3, 57–70. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2015.03.002

PRBI , The Principles of Risky Building Identification, (2019), Ministry of Interior, Disaster and Emergency Management Presidency

Pujol S, Bedirhanoglu I, Donmez C, et al. Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence. *Earthquake Spectra*. 2024;40(1):505-530. doi:10.1177/87552930231211208

Şahmaran, M., Anıl, Ö., Erberik, M. A., Askan, A., Aldemir, A., Koçkar, K., & S., K. (2021). Seismic Performance Assessment of Buildings: Prioritization Method. Ankara: Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, Project Report.

Sucuoglu, H., & Yazgan, U. (2003). SIMPLE SURVEY PROCEDURES FOR SEISMIC RISK ASSESSMENT IN URBAN BUILDING STOCKS.

TBEC, "Turkish Building Seismic Code," Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presideny (AFAD), Ankara, 2018.

Yakut, A., Sucuoğlu, H., & Akkar, S. (2012). Seismic risk prioritization of residential buildings in istanbul. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 41(11), 1533–1547. https://doi.org/10.1002/eqe.2215

OPTIMIZING STUDENT–MINOR PROGRAMME ALLOCATION AT UNIVERSITI UTARA MALAYSIA (UUM)

Mohd Kamarul Irwan ABDUL RAHIM
School of Technology Management and Logistics, Universiti Utara Malaysia,
06010 UUM Sintok, Kedah, Malaysia.
ORCID: 0000-0003-4432-5539

ABSTRACT

This study focuses on optimizing the assignment of students to minor programmes at Universiti Utara Malaysia (UUM), with the aim of improving the efficiency, fairness, and transparency of the current allocation process. Selecting a minor is an important academic decision for undergraduate students, yet universities often face challenges in matching student preferences with programme capacity constraints. To address this issue, this research develops a mathematical programming model using AMPL software to generate an optimal assignment of students to minor programmes based on their stated preferences. Data were collected from 50 randomly selected students from the School of Technology Management and Logistics (STML) through a structured questionnaire designed to capture their minor programme choices. The proposed optimization model ensures that each student receives exactly one minor while enforcing capacity limitations of two students per minor programme. The results demonstrate that the model successfully assigns all students to a minor programme aligned with their preferences while satisfying institutional constraints. The findings highlight the value of mathematical optimization in supporting academic administrative processes, offering an objective and systematic approach to student–programme matching. By validating that students are allocated according to their choices and that minor programmes receive balanced enrolment, the study provides insights that can enhance decision-making in programme planning and capacity management. This research contributes to operational efficiency in higher education and establishes a foundation for applying more sophisticated optimization tools to larger, real-world datasets in future studies.

Keywords: optimization, assignment problem, AMPL software, mathematical programming, minor programme allocation.

OPTIMIZING STUDENT–MINOR PROGRAMME ALLOCATION AT UNIVERSITI UTARA MALAYSIA (UUM)

ABSTRACT

This study focuses on optimizing the assignment of students to minor programmes at Universiti Utara Malaysia (UUM), with the aim of improving the efficiency, fairness, and transparency of the current allocation process. Selecting a minor is an important academic decision for undergraduate students, yet universities often face challenges in matching student preferences with programme capacity constraints. To address this issue, this research develops a mathematical programming model using AMPL software to generate an optimal assignment of students to minor programmes based on their stated preferences. Data were collected from 50 randomly selected students from the School of Technology Management and Logistics (STML) through a structured questionnaire designed to capture their minor programme choices. The proposed optimization model ensures that each student receives exactly one minor while enforcing capacity limitations of two students per minor programme. The results demonstrate that the model successfully assigns all students to a minor programme aligned with their preferences while satisfying institutional constraints. The findings highlight the value of mathematical optimization in supporting academic administrative processes, offering an objective and systematic approach to student–programme matching. By validating that students are allocated according to their choices and that minor programmes receive balanced enrolment, the study provides insights that can enhance decision-making in programme planning and capacity management. This research contributes to operational efficiency in higher education and establishes a foundation for applying more sophisticated optimization tools to larger, real-world datasets in future studies.

Keywords: optimization, assignment problem, AMPL software, mathematical programming, minor programme allocation.

SYNTHESIS OF AN IRON-SUCCINATE COORDINATION POLYMER AND ITS VISIBLE/SOLAR-LIGHT-DRIVEN PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF A PHARMACEUTICAL POLLUTANT

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 rapid development of nanotechnology has enabled the design and fabrication of advanced materials for a wide range of applications, including energy storage, environmental protection, and catalysis. In this context, the need to explore novel and efficient photocatalysts for the degradation of contaminants in wastewater is increasingly important. Coordination polymers with d10 metal centers and conjugated organic linkers are promising photoactive materials and hold great potential for applications in photochemistry. Advanced oxidation processes (AOPs) are broad-specificity chemical methods capable of rapidly converting organic pollutants into eco-friendly final products such as CO_2 and H_2O. In this study, an iron-succinate coordination polymer (Fe-Su CP) was synthesized in aqueous solution via a facile co-precipitation method, and characterized using XRD, FTIR analyses. Fe-Su CP is proposed as a visible-light and solar-light responsive photocatalyst. Its photocatalytic activity was evaluated through the degradation of ibuprofene (IBP), used as a model pharmaceutical pollutant in aqueous solution. Degradation efficiencies of 90% and 100% were achieved within 150 minutes under visible light and solar light irradiation, respectively This study provides an effective catalytic material for advanced oxidation processes and highlights its potential application in wastewater treatment

Keywords: Coordination polymer, Photocatalyst, IBP degradation, Environment.

PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF A SUSTAINABLE GEOPOLYMER MORTAR PRODUCED FROM ALGERIAN GGBFS

Zineb ABEOUB
Houari Boumediene University of Science and Technology, BP 32 El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, Algeria
Samira DJAKNOUN
Houari Boumediene University of Science and Technology, BP 32 El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, 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.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS PROCESS OPTIMIZATION

Indah Citra AMALIA
M. Rasya NAUFAL
Zumrotul ALIYAH
Mochamad YUSUF
State Islamic Univercity K.H Abdurrahman Wahid Pekaloangan

ABSTRACT

The development of Artificial Intelligence (AI) technology has had a significant impact on various aspects of human life, particularly in the realm of organizations and business. AI refers to intelligent systems designed to simulate human cognitive abilities in order to enhance efficiency, effectiveness, and the quality of decision-making. This research employs a literature study method by examining a range of scholarly sources related to the implementation of AI in optimizing business processes and improving organizational performance. The findings indicate that AI adoption accelerates workflow processes, reduces operational costs, and increases productivity through automation and predictive data analysis. Within the organizational context, AI supports human resource management, strategic decision-making, and the cultivation of a work culture that adapts to technological change. With proper and ethical implementation, AI can serve as a key driver for business process optimization and strengthen organizational competitiveness in an increasingly dynamic digital era.

Keywords: The Role of Artificial Intelligence, Optimization, Business Processes

QS INHIBITION BY ALGAL COMPOUNDS AGAINST MARINE BIOFILMS

Dr. Iram LİAQAT
Tenured Associate Professor, Department of Zoology, Government College University, Lahore

ABSTRACT

We examined that whether patulin and penicillic acid, two well-known quorum sensing inhibitors (QSI) for human pathogen *Pseudomonas aeruginosa* PAO1, can prevent biofilm formation. The study aims for amplification of a putative *luxS* gene homologue in the marine microorganism *H. pacifica* ATCC 27122, as well as monitoring AI-2 QS in marine organisms. Degenerated primers were designed based on the *luxS* protein sequence of ten gram-negative, □-, □- and □- proteobacteria, and used for *luxS* gene amplification in *H. pacifica*. AI-2 assays were carried out using the well-established *Vibrio harveyi* BB170 AI-2 bioluminescence assay. Effect of penicillic acid on AI-2 induction of *H. pacifica* showed strong inhibitory effect at non-growth inhibitory concentrations compared to patulin having adverse effect at the highest concentration (25 μM) tested in our study. QSIs effect on biofilm forming capability of marine isolates was isolate specific. Detection of bioluminescence in the autoinducer bioassay and the presence of a putative *luxS* gene orthologue are biochemical and genetic evidence for the production of a signalling molecule(s) and provide a first step in characterizing *H. pacifica* quorum sensing. Our study emphasize that QSI compounds must be selected in the specific system in which they are to function and they cannot easily be transferred from one QS system to another.

Key words: Biofilm formation, *H. pacifica*, AI-2 assay, *LuxS* gene, Patulin, Penicillic acid

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 SYAKİLA
Abdul MAHSYAR
Ihyani MALİK
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

EXPLOITING PYROPHILOUS BEETLES FOR MORE EFFECTIVE FOREST FIRE DETECTION IN ALGERIA

Nawel GANAOUİ
Laboratory of Rural Development, Department of Ecology, Ibn Khaldoun University of Tiaret.
Maroua GANAOUİ
Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-arid Areas, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.
National Higher School of Agronomy, Department of Agricultural and Forest Zoology, El Harrach 16200 Algiers (Algeria)
Souhila CHADLİ
Laboratory of ESSPRETCADS, Chadli Bendjedid University, El Tarf, Algeria
Walid DAHMANI
Laboratory of ESSPRETCADS, Chadli Bendjedid University, El Tarf, Algeria
Gahdab CHAKALİ
National Higher School of Agronomy, Department of Agricultural and Forest Zoology, El Harrach 16200 Algiers (Algeria)

ABSTRACT

The oak forests of eastern Algeria shelter a rich diversity of beetles, which serve as true bioindicators of the health and quality of forest ecosystems. Although their distribution is mainly influenced by climatic factors, some species show a remarkable ability to adapt to varying conditions. Forest fires, by altering plant composition and degrading soil fertility, disrupt plant regeneration and deeply affect ecological dynamics, thereby threatening the stability of forest ecosystems. It is therefore crucial to implement appropriate management strategies to strengthen forest resilience in the face of these destructive events. However, fires can also promote a greater diversity of insect species, including certain saproxylic beetles that are attracted to chemicals released during wood combustion. These beetles, which are key bioindicators, enable the indirect detection of fires, as their abundance is a revealing sign. In the Machrouha region (Souk-Ahras), for example, a high presence of saproxylic species indicates recurrent fire activity. Recent research has also explored the use of drones to detect fire outbreaks, inspired by the natural detection abilities of beetles. Equipped with infrared sensors, these drones could detect temperature and humidity variations characteristic of forest fires. By mimicking the morphology and detection behaviors of beetles, such devices could enable more efficient forest monitoring. Although beetles do not play a direct role in fire detection, their response to fire-induced changes may provide valuable clues for fire management and forest conservation.

Keywords: Ecological monitoring, Fire, Saproxylic beetles, Forests,Algeria.

RESILIENCE OF STEPPE FAUNA TO DESERTIFICATION IN NORTHWESTERN ALGERIA

Nawel GANAOUI
Laboratory for Rural Economic Development, Ibn Khaldoun University, Tiaret, Algeria
Souhila CHADLI
Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-arid Areas, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.
Walid DAHMANI
Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-arid Areas, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.
Maroua GANAOUI
Laboratory of ESSPRETCADS, Chadli Bendjedid University, El Tarf, Algeria.

ABSTRACT

Understanding faunal diversity is a key indicator of ecosystem health and a valuable tool for guiding the sustainable management of arid and semi-arid environments. This study aims to characterize the composition, richness, and ecological status of local fauna in the Tiaret region, located in northwestern Algeria. Three representative ecological stations—El M'haka, Frenda, and Djebilet Rosfa—were investigated, covering a gradient of steppe and semi-arid habitats. The analysis identified a total of **202 animal species**, distributed among **127 birds**, **36 mammals**, **32 reptiles**, and **7 amphibians**. The results reveal a **high level of biological diversity**, marked by the presence of **protected species** such as *Aquila chrysaetos* and *Testudo graeca*, as well as **North African endemic species** like *Bufotes boulengeri* and *Sclerophrys mauritanica*. The **Frenda station** stands out for its particularly high species richness, hosting several rare and vulnerable species, while **El M'haka**, designated as a protected area, illustrates the positive impact of conservation measures on the restoration of faunal diversity. However, the region faces **major anthropogenic pressures**—including desertification, habitat fragmentation, unregulated agriculture, and overgrazing—that threaten the sustainability of these fragile ecosystems. This study highlights the **urgent need for integrated and sustainable natural resource management**, based on the protection of sensitive habitats and the active participation of local communities, to ensure the long-term conservation of faunal biodiversity in Algerian steppe ecosystems.

Keywords: Faunal diversity; Steppe ecosystems; Desertification; Conservation strategies; Algeria.

SANAYİ KENTİNDEN ÜNİVERSİTE KENTİNE DÖNÜŞÜM: KARABÜK, ÜNİVERSİTE MAHALLESİ

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0001-6326-5151
Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0002-9218-0728

ÖZET

Erken Cumhuriyet Dönemi'nin planlı sanayileşme hamlesiyle kurulan Karabük, kentleşme tarihi boyunca farklı konut üretim dinamiklerine sahne olmuştur. Kentin mekânsal gelişiminde üç büyük kırılma noktası bulunmaktadır. Bunlardan üçüncü büyük kırılma noktası, 2007 yılında Karabük Üniversitesi'nin kurulmasıyla ivme kazanan ve kampüs etrafında yer alan bölgenin dönüşümdür. Bu çalışma; Karabük'ün sanayi kenti kimliğinden üniversite kenti kimliğine geçiş sürecinde ortaya çıkan bu yeni yerleşim bölgesini tarihsel gelişim, planlama kararları, mekânsal karakter ve kullanıcı memnuniyeti ekseninde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında bugünkü yoğun konut dokusuna evrildiği tarihsel süreç irdelenmiş, ayrıca bölgedeki kullanıcı deneyimini ölçmek amacıyla "Yaşam Kalitesi (QoL)" ölçeği temel alınarak hazırlanan anket çalışması uygulanmıştır. Üniversite mahallesinden katılımcıların yer aldığı bu çalışmada; aidiyet, güvenlik, konfor ve erişilebilirlik parametreleri analiz edilmiştir. Bölgenin öğrenci ağırlıklı ve geçici nüfus yapısı nedeniyle aidiyet duygusunun ve komşuluk ilişkilerinin zayıf olduğu, özellikle geç saatlerde güvenlik algısının düştüğü belirlenmiştir. Üniversite odaklı gelişen bu bölgenin kente yeni bir merkezilik kazandırmasına rağmen, mekânsal ve sosyal sürdürülebilirlik açısından parçalı ve kimliksiz bir yapı sergilediği görülmüştür. Çalışma, gelecekteki planlamalarda geçici nüfusun ihtiyaçlarına yönelik esnek tasarım ilkelerinin ve sosyal entegrasyonu artıracak kamusal mekân stratejilerinin geliştirilmesini önermektedir.

Anahtar kelimeler: Karabük, üniversite, konut, kullanıcı memnuniyeti.

TRANSFORMATION FROM INDUSTRIAL CITY TO UNIVERSITY CITY: KARABÜK, ÜNİVERSİTE NEIGHBORHOOD

ABSTRACT

Karabük, founded as part of the planned industrialization drive of the early Republican period, has witnessed diverse housing production dynamics throughout its urbanization history. There are three major turning points in the city's spatial development. The third major turning point was the transformation of the area surrounding the campus, which gained momentum with the establishment of Karabük University in 2007. This study aims to examine this new residential area, which emerged during Karabük's transition from an industrial city to a university city, through the lens of historical development, planning decisions, spatial character, and user satisfaction. The research examines the historical process through which it evolved into its current dense residential structure. A survey based on the "Quality of Life (QoL)" scale was also conducted to measure user experience in the area. This study, which included participants from the university neighborhood, analyzed the parameters of belonging, security, comfort, and accessibility. It was determined that due to the area's predominantly student and transient population, the sense of belonging and neighborly relations are weak, and the perception of security decreases, especially in late hours. Although this university-focused district has brought a new centrality to the city, it has been observed to exhibit a fragmented and identity-less structure in terms of spatial and social sustainability. The study recommends that future planning incorporate flexible design principles to address the needs of the transient population and develop public space strategies that will enhance social integration.

Keywords: Karabük, university, housing, user satisfaction.

KARABÜK'TE SANAYİ VE MİMARİ İLİŞKİSİNDE TASARIMLAR: FERFORJE

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0001-6326-5151
Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0002-9218-0728

ÖZET

Türkiye Cumhuriyeti'nin erken dönem sanayileşme vizyonunun ürünlerinden biri olan Karabük'ün, kentsel gelişimi ve kimliği doğrudan Demir-Çelik Fabrikası'nın (KDÇF) varlığı etrafında şekillenmiştir. Fabrikanın kuruluşunu takiben, çalışanlar için kurgulanan ve bugün Yenişehir olarak tanımlanan modern yerleşke, kentin çekirdek dokusunu oluşturmuştur. Yenişehir'de uygulanan modern planlama ve mimari anlayış, zamanla yerleşkenin çeperlerinde gelişen bireysel konut üretimlerini de etkisi altına almıştır. İster kurumsal (lojman) ister bireysel (sivil) girişimle üretilmiş olsun, dönemin konut stokunda benzer tasarım refleksleri ve modernleşme arayışları gözlemlenmektedir. Bu mimari dilin en belirgin ortak paydası, sanayi üretiminin sağladığı erişilebilirlik sayesinde yapı detaylarında yoğunlaşan demir kullanımıdır. Bu bağlamda demir, Karabük için salt bir endüstriyel çıktı değil, kentin ontolojik varoluşunun kurucu temelidir. Balkon korkuluklarından bina girişlerine, bahçe duvarlarından kentsel donatılara kadar uzanan bitkisel ve geometrik motifli ferforje uygulamaları, cephelere şeffaflık ve ritim kazandırmaktadır. Bu çalışma, sanayinin gölgesinde büyüyen bir kentin, estetik dilini metal üzerinden nasıl kurguladığını; bu 'demir estetiğinin' toplumsal bellek ve aidiyet üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışma, bölgedeki özgün niteliğini koruyan yapıların cephe analizlerine dayanan bu araştırma, sanayi ve mimari arasındaki organik ilişkiyi ferforje kullanımı özelinde irdelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karabük, endüstriyel miras, konut, sivil mimari, ferforje.

DESIGNS IN THE RELATIONSHIP BETWEEN INDUSTRY AND ARCHITECTURE IN KARABÜK: WROUGHT IRON

ABSTRACT

Karabük, one of the products of the Republic of Turkey's early industrialization vision, directly shaped its urban development and identity around the presence of the Iron and Steel Factory (KDÇF). Following the factory's establishment, the modern campus built for the workers, now known as Yenişehir, formed the city's core fabric. The modern planning and architectural approach implemented in Yenişehir gradually influenced the individual housing production that developed on the campus's peripheries. Whether produced through institutional (lodging) or individual (civil) initiatives, similar design reflexes and modernization quests are observed in the housing stock of the period. The most obvious common denominator of this architectural language is the use of iron, which became more prevalent in structural details thanks to the accessibility provided by industrial production. In this context, iron is not merely an industrial output for Karabük, but the founding foundation of the city's ontological existence. From balcony railings to building entrances, garden walls to urban fixtures, wrought iron applications featuring plant and geometric motifs bring transparency and rhythm to facades. This study examines how a city growing in the shadow of industry constructs its aesthetic language through metal, and the effects of this "iron aesthetic" on social memory and belonging. Based on façade analyses of buildings that retain their original character in the region, this research aims to explore the organic relationship between industry and architecture, specifically through the use of wrought iron.

Keywords: Karabük, industrial heritage, housing, civil architecture, wrought iron.

SUCUL EKOSİSTEMLERDE MİKROPLASTIK KİRLİLİĞİ: ÇEVRESEL ÖNEMİ, KAYNAKLARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ
Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environental Engineering
Balcalı
ORCID: 0000-0003-3331-3209

ÖZET

Günümüzün modern ve hızlıca ilerleyen endüstriyel faaliyetlerinin bir çıktısı olan plastikler, doğada tamamen biyolojik olarak parçalanabilir olmamaktadır. Plastikler sucul ekosistemlerde fiziksel ve kimyasal ayrışma süreçleriyle mikroplastiklere dönüşerek bulundukları ekosistemler için kalıcı bir tehdit oluşturur. Bu derleme çalışmada mikroplastiklerin karasal kaynaklardan su ortamlarına ulaşma mekanizmaları, besin zincirindeki ilerleyişleri ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel risklerini özetlemeyi ve gerekli önlemlerin belirtilmesini amaçlamaktadır. Mikroplastikler, evsel atık su deşarjları, tekstil liflerinin yıkama suyuyla kirlenmesi, tarımsal akış ve kentsel drenaj sistemleri vb. yöntemler ile alıcı ortamlara ulaşmaktadır. Mevcut atık su arıtma teknolojilerinin mikron boyutundaki parçacıkları gidermedeki yetersizliği, her gün milyarlarca parçacığın nehirlere ve denizlere taşınmasına neden olur.

Su ortamına ulaşan mikroplastikler, suda bulunan organik ve inorganik bileşenler ile birleşerek kompleksler oluşturur. Boyutları nedeniyle bu parçacıklar plankton ve diğer omurgasızlar tarafından tüketilir, yiyecek sanılır ve sonunda besin zincirinin en üstünde yer alan küçük balıklara, yırtıcı hayvanlara ve nihayetinde insanlara ulaşır. Besin piramidinin bir sonucu olarak, kirlilik yalnızca alıcı ortamlarda birikmekle kalmaz, aynı zamanda zamanla karasal organizmalara da ulaşabilir.

Literatür bu hususta incelenmesi durumunda mikroplastiklerin yalnızca insan vücudunun sindirim sisteminde kalmadığını, aynı zamanda kan dolaşımına girerek organlarda, hatta plasentada birikebileceğini göstermiştir. Mevcut ve günden güne gerçekleştirilen akademik çalışmalar neticesinde mikroplastik kirliliğinin yalnızca bugünün değil, gelecek nesillerin de sağlığını tehdit eden güncel bir çevre sorunu olarak ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, Sucul Ekosistem, Çevre ve Halk Sağlığı, Atıksu Arıtımı, Çevre Kirliliği

MICROPLASTIC POLLUTION IN AQUATIC ECOSYSTEMS: ENVIRONMENTAL IMPORTANCE, SOURCES AND SUSTAINABLE SOLUTION PROPOSALS

ABSTRACT

Plastics, the product of today's modern and rapidly advancing industrial activities, are not fully biodegradable in nature. Plastics transform into microplastics through physical and chemical decomposition processes in aquatic ecosystems, posing a persistent threat to their host ecosystems. This review aims to summarize the mechanisms by which microplastics reach aquatic environments from terrestrial sources, their progression through the food chain, and their potential risks to human health, as well as to outline necessary precautions. Microplastics reach receiving environments through domestic wastewater discharge, contamination of textile fibers with washwater, agricultural runoff, and urban drainage systems, among others. The inadequacy of current wastewater treatment technologies in removing micron-sized particles leads to the daily transport of billions of particles into rivers and seas.

Microplastics that reach the aquatic environment combine with organic and inorganic compounds in the water to form complexes. Due to their size, these particles are consumed by plankton and other invertebrates, mistaken for food, and ultimately reach small fish, predators, and humans at the top of the food chain. As a result of the food pyramid, pollution not only accumulates in receiving environments but can also reach terrestrial organisms over time.

A close examination of the literature on this matter has shown that microplastics not only persist in the human body's digestive system, but can also enter the bloodstream and accumulate in organs, even the placenta. Current and ongoing academic studies reveal microplastic pollution as a current environmental problem that threatens the health of not only today but also future generations..

Keywords: Microplastic, Aquatic Ecosystem, Environment and Public Health, Wastewater Treatment, Environmental Pollution

1. MİKROPLASTİK KAVRAMI VE KAYNAKLARI

Boyutu 5 mm'den küçük olan polimer parçacıkları olarak tanımlanan mikroplastikler, oluşum mekanizmalarına göre birincil ve ikincil olmak üzere iki ana kategoride incelenmektedir. Birincil mikroplastikler endüstriyel kullanım için kasıtlı olarak küçük üretilirken, ikincil mikroplastikler makro atıkların parçalanmasıyla oluşur. Bu parçalanma süreci, UV radyasyonu (fotodegradasyon), dalga mekaniği ve fiziksel aşınma ile gerçekleşir ancak plastiklerin kimyasal yapısındaki güçlü bağlar tam biyolojik bozunmayı (mineralizasyon) engeller. Bu

durum, plastiklerin yüzyıllarca ekosistemde kalmasına neden olmaktadır (Thompson vd., 2004; Andrady, 2011).

Sucul ekosistemleri tehdit eden kaynakların başında evsel atıksular ve özellikle sentetik tekstil ürünleri gelmektedir. Çamaşır makinelerinde yıkanan polyester ve akrilik giysilerin, tek bir yıkamada 1900'den fazla mikrofiberi atıksu hattına bıraktığı tespit edilmiştir. Bu lifler, kanalizasyon sistemleri aracılığıyla taşınarak deniz kıyılarındaki mikroplastik birikiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca, kozmetik ürünlerdeki mikro boncuklar da evsel kaynaklı kirliliğin bir diğer önemli bileşenidir (Browne vd., 2011).

Endüstriyel ve tarımsal faaliyetler ise kirliliğin yayılı kaynaklarını oluşturmaktadır. Küresel plastik üretiminin 1950'den günümüze 8,3 milyar tonu aştığı tahmin edilmekte olup, bu atıkların büyük bir kısmı yönetilemeyerek nehirler yoluyla denizlere taşınmaktadır. Tarımsal alanda kullanılan plastik malçların parçalanması ve nehir sistemlerine karışması, karasal kirliliğin sucul ortama transferinde kritik bir rol oynamaktadır. Nehirlerin, okyanuslara ulaşan plastik atıklar için ana arter görevi gördüğü ve her yıl milyonlarca ton plastiği taşıdığı hesaplanmıştır (Geyer vd., 2017; Lebreton vd., 2017).

2. MİKROPLASTİK GİDERİLMESİNDE MEVCUT ALTYAPI

Dünya genelinde işletilen geleneksel atıksu arıtma tesisleri, birincil olarak organik madde ve nütrient giderimi üzerine tasarlanmış olup, mikroplastiklerin tutulmasına yönelik özelleşmiş bir mekanizmaya sahip değildir. Yoğunluğu sudan düşük olan polimerler (polietilen vb.), ön arıtma ünitelerindeki çöktürme havuzlarını aşarak sonraki ünitelere geçmektedir. Yapılan çalışmalar, mevcut tesislerin mikron boyutundaki kirleticileri tutmakta yetersiz kaldığını ve arıtma tesislerinin mevcut kirliliği arıtmadan deşarj edilebildiğini göstermişlerdir (Carr vd., 2016).

İkincil (biyolojik) arıtma aşamasında mikroplastiklerin bir kısmı çamur floklarına tutunarak giderilse de, bu oran mutlak bir temizlik sağlamamaktadır. Arıtma tesisleri arıtılmış çıkış sular ile sürdürülen analizlerde mikroplastik bulunduğunu tespit edilmiştir. Günde milyonlarca metreküp su deşarj eden büyük tesisler bir bütün olarak düşünüldüğünde, %90'ın üzerinde verimle çalışan tesislerin alıcı ortamlara mikroplastik kalıntılarını geçirdiği bildirilmiştir (Mason vd., 2016).

Mevcut altyapının bir diğer yetersizliği, atıksudan tutulan mikroplastiklerin arıtma çamurunda birikmesidir. Bu çamurların tarımsal arazilerde gübre olarak kullanılması yaygın bir uygulamadır; ancak bu durum, arıtılan plastiklerin tekrar toprağa ve yağışlarla yeniden su kaynaklarına dönmesine neden olmaktadır. Bu döngü, mevcut altyapının kirliliği yok etmediğini, sadece yerini değiştirdiğini göstermektedir (Iyare vd., 2020).

3. MİKROPLASTİKLERİN CANLILARA ETKİSİ

Sucul ekosisteme karışan mikroplastikler, boyutları nedeniyle zooplanktonlar ve diğer omurgasızlar tarafından doğal besin zannedilerek tüketilmektedir. Sindirilemeyen bu materyaller, canlının sindirim sistemini tıkayarak hacim kaplayarak besin sistemlerini olumsuz olarak etkilemektedir. Dolayısıyla mikroplastik bulunan ortamlarda beslenen canlılarda büyüme geriliği, üreme kapasitesinde düşüş ve artan ölüm oranları gözlemlenmektedir (Wright vd., 2013). Besin zincirinin tabanındaki bu bozulma, üst trofik seviyeleri de tehdit etmektedir (Cole vd., 2011).

Mikroplastiklerin geniş yüzey alanları ve hidrofobik yapıları nedeniyle, sudaki kirleticileri yüzeylerine adsorbe ederler. Bu parçacıkları bümnyelerine alan canlılar, sadece plastiğe değil, aynı zamanda yoğunlaştırılmış kirliliği de metabolizmalarına alırlar. Bu durum, kimyasalların vücut bünyesinde birikimini arttırarak dokularda kirleticilerin artmasına ve hormonal dengesizliklere sebebiyet vermektedir (Teuten vd., 2009).

Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri ise son yıllarda yapılan çalışmalarla daha net ortaya konulmuştur. Deniz ürünleri, su ve solunum yoluyla insan vücuduna giren mikroplastiklerin dokulara ulaşabildiğini göstermiştir. Literatür incelendiğinde yakın zamanda gerçekleştirilen bir araştırmada insan plasentasında mikroplastik parçacıklarının görülmesi olmaktadır. Bu durum, mikroplastiklerin biyolojik bariyerleri aşabildiğini ve anne karnındaki fetüsün gelişimsel süreçlerini tehdit edebilecek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Cox vd., 2019; Ragusa vd., 2021).

4. MİKROPLASTİKLERİN ARITILMASI

Mikroplastiklerin etkin giderimi için geleneksel yöntemlerin modifiye edilmesi ya da ek üniteler ile ileri arıtma sistemlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda membran biyoreaktörler, en yüksek verimi sağlayan teknolojilerden biri olarak öne çıkmaktadır. MBR sistemleri, mikro ve ultrafiltrasyon membranları sayesinde gözenek çapından büyük partikülleri fiziksel olarak bloke ederek %99'a varan giderim verimi sağlamaktadır (Ngo vd., 2019).

Membran teknolojilerine ek olarak, son çöktürme havuzlarına entegre edilen hızlı kum filtreleri ve disk filtreler de maliyet-etkin çözümler sunmaktadır. Yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, disk filtrelerin ve hızlı kum filtrasyonunun özellikle mikrofiber gideriminde etkili olduğunu, ancak nano boyuttaki plastikler için ters ozmoz gibi daha hassas proseslerin gerektiğini göstermektedir (Talvitie vd., 2017).

Teknolojik çözümlerin yanı sıra, biyolojik arıtma yöntemleri de araştırılmaktadır. Bazı bakteri ve enzimlerin plastik polimerlerini parçalayabildiği yerinde iyileştirme süreçleri laboratuvar ortamında başarılı sonuçlar vermektedir. Ancak endüstriyel ölçekte en uygulanabilir ve kesin

çözüm için arıtma tesisleri çıkışlarına membran ünitelerinin eklenmesi ve çamaşır makineleri gibi kaynaklara filtre takılarak kirliliğin kaynağında tutulmasıdır (Iyare vd., 2020).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mikroplastik kirliliğinin sadece estetik bir çevre sorunu olmamakta olup sucul ekosistemlerinde işleyişini bozan ve insan sağlığını genetik düzeyde tehdit eden küresel bir tehdit olmaktadır. Mevcut arıtma altyapısının mikron boyutundaki partikülleri gidermedeki yetersizliği ve plastik üretimindeki artış, sorunun katlanarak büyümesine neden olmaktadır. Özellikle anne karnındaki plasentaya geçişin görülmüş olması (Ragusa vd., 2021), alınacak önlemlerin ciddiyetini artırmaktadır.

Sorunun çözümü için teknik ve yasal düzenlemelerin eş zamanlı yürütülmesi gerekmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde ikincil arıtma ünitelerinin, özellikle MBR kullanımının yaygınlaştırılması ve deşarj standartlarına mikroplastik limitleri getirilmesi gerekmektedir. Fakat teknolojik gelişmeler ve ekonomik gelişmeler bu duruma elverişli olmaması nedeniyle kaynağında plastiklerin azaltılması ve mevcut tüketimin alternatifleri ile değiştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin, 62*(8), 1596-1605.

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology, 45*(21), 9175-9179.

Carr, S. A., Liu, J., & Tesoro, A. G. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Research, 91*, 174-182.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin, 62*(12), 2588-2597.

Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., & Dudas, S. E. (2019). Human consumption of microplastics. *Environmental Science & Technology, 53*(12), 7068-7074.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances, 3*(7), e1700782.

Iyare, P. U., Ouki, S. K., & Bond, T. (2020). Microplastics removal in wastewater treatment plants: A critical review. *Environmental Science: Water Research & Technology, 6*(10), 2664-2675.

Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications, 8*(1), 15611.

Mason, S. A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Fink, P., Papazissimos, D., & Rogers, D. L. (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environmental Pollution, 218*, 1045-1054.

Ngo, P. L., Pramanik, B. K., Shah, K., & Roychand, R. (2019). Pathway, classification and removal efficiency of microplastics in wastewater treatment plants. *Environmental Pollution, 255*, 113326.

Ragusa, A., Svelto, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International, 146*, 106274.

Talvitie, J., Mikola, A., Koistinen, A., & Setälä, O. (2017). Solutions to microplastic pollution – Removal of microplastics from wastewater effluent with advanced wastewater treatment technologies. *Water Research, 123*, 401-407.

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Ideriha, K., Kondo, A., & Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364*(1526), 2027-2045.

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science, 304*(5672), 838-838.

Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution, 178*, 483-492.

ÇEVRESEL BİR PROBLEM MUSİLAJ: TANIMI, NEDENİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ
Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environental Engineering
Balcalı
ORCID: 0000-0003-3331-3209

ÖZET

Denizel ekosistemlerinde "deniz salyası" olarak da adlandırılan müsilaj, son yıllarda küresel iklim değişikliği ve yoğun antropojenik baskıların birleşimiyle ortaya çıkan, ekolojik dengenin bozulduğuna işaret eden önemli çevresel felaketlerden biridir. Bu derleme çalışmada; müsilajın biyokimyasal kökenini, oluşumunu tetikleyen çoklu stres faktörlerini, su kolonundaki fizikokimyasal değişimleri ve denizel biyoçeşitlilik üzerindeki yıkıcı etkilerini birlikte değerlendirilmiştir. Müsilaj, fitoplanktonların (özellikle diatom ve dinoflagellatların) aşırı çoğalması ve ardından değişen çevresel koşullar altında strese girerek hücre dışına salgıladıkları polisakkarit bazlı organik maddelerin, deniz suyundaki diğer partiküllerle birleşerek devasa jelatinimsi yapılara dönüşmesi sürecidir.

Özellikle Marmara Denizi gibi kapalı havza özelliği gösteren ve su değişim hızı düşük olan ekosistemlerde, organik yükün asimilasyon kapasitesinin aşılması sonucunda mevcut ortam olumsuz olarak etkilenmekte ve denge musilaj oluşumu yönüne doğru artış göstermektedir. Müsilajın sadece görsel bir kirlilik olmadığı; su kolonunda ışık geçirgenliğini azalttığı, bakteriyel bozunma sürecinde sudaki çözünmüş oksijeni tüketerek anoksik (oksijensiz) ölü bölgeler yarattığı bilinmektedir. Ayrıca bu yapışkan kütlenin, bentik canlıların üzerini bir battaniye gibi örterek solunumlarını engellediği ve patojen mikroorganizmalar için bir taşıyıcı görevi görerek çevre ve halk sağlığını tehdit ettiği ortaya konulmuştur.

Müsilaj probleminin çözümünün sadece mekanik yüzey temizliği ile mümkün olmamakta olup asıl önemli önleyici faaliyetin kirliliğin kaynağında kontrolü ile sağlanabilmektedir. Bu bağlamda, atıksu yönetiminde karbon gideriminin ötesine geçilerek azot ve fosfor giderimini sağlayan ileri biyolojik arıtma teknolojilerinin bir zorunluluk haline gelmesi ve sürdürülebilir bir deniz ekosistemi için havza bazlı kontrol mekanizmaları yerel yönetimler ve yasal mevzuatlar tarafından kontrol altına alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Müsilaj, Ötrofikasyon, İklim Değişikliği, Çevre ve Halk Sağlığı, Marmara Denizi.

MUCILAJ: AN ENVIRONMENTAL PROBLEM: DEFINITION, REASON AND SOLUTION SUGGESTIONS

ABSTRACT

Mucilage, also known as "sea slobber" in marine ecosystems, is one of the major environmental disasters that has emerged in recent years due to the combination of global climate change and intense anthropogenic pressures, signaling the disruption of ecological balance. This compilation examines the biochemical origin of mucilage, the multiple stress factors that trigger its formation, the physicochemical changes in the water column, and its devastating effects on marine biodiversity. Mucilage formation is the process by which polysaccharide-based organic substances secreted by phytoplankton (especially diatoms and dinoflagellates) under excessive proliferation and subsequent stress under changing environmental conditions combine with other particles in seawater to form giant gelatinous structures.

Especially in ecosystems characterized by closed basins and low water exchange rates, such as the Sea of Marmara, when the assimilation capacity of the organic load is exceeded, the environment is negatively affected, and the balance shifts toward mucilage formation. Mucilage is not merely a visual pollution; It is known that mucilage reduces light transmittance in the water column and consumes dissolved oxygen in the water during bacterial decomposition, creating anoxic (oxygen-free) dead zones. Furthermore, it has been demonstrated that this sticky mass covers benthic organisms like a blanket, inhibiting their respiration, and acts as a carrier for pathogenic microorganisms, threatening the environment and public health.

The mucilage problem cannot be solved solely through mechanical surface cleaning; the most important preventive measure is controlling the pollution at its source. In this context, it is essential that advanced biological treatment technologies, which go beyond carbon removal in wastewater management and provide nitrogen and phosphorus removal, become a necessity, and basin-based control mechanisms for a sustainable marine ecosystem should be implemented by local governments and legal regulations.

Keywords: Mucilage, Eutrophication, Climate Change, Environment and Public Health, Marmara Sea.

1. BÖLÜM: MÜSİLAJIN KAVRAMI VE KAYNAKLARI

Denizel ekosistemlerde bulunan organizmaların, stres koşulları altında salgıladıkları organik maddelerin birikimine müsilaj adı verilmektedir. Hücre dışı salgıların genel bir tanımı olan müsilaj; su kolonundaki mevcut kirleticileri, ölü organizma kalıntılarını ve ortamdaki diğer partikülleri bünyesine katarak kıvamlı ve yapışkan bir yapıya dönüşen önemli bir çevresel

sorundur. Oluşan bu kolloidal yapı, süreç içerisinde su yüzeyine yayılabildiği gibi zamanla ağırlaşarak deniz tabanına çökelme eğilimi de göstermektedir (Danovaro vd., 2009).

Müsilaj oluşumunun biyolojik kökeni incelendiğinde, sürecin baş aktörlerinin fotosentetik birincil üreticiler olan fitoplanktonlar olduğu görülmektedir. Özellikle *Diatomlar* (örneğin *Skeletonema*, *Cylindrotheca*) ve *Dinoflagellatlar* (örneğin *Gonyaulax*) gruıbuna ait türler, müsilajın ana bileşeni olan organik maddeleri üreten baskın organizmalardır. Bu canlılar, fotosentez yoluyla ürettikleri karbonhidratların bir kısmını hücre içi metabolizmada kullanırken, önemli bir kısmını (%10-50 arası) çözünmüş organik madde olarak hücre dışına salgılamaktadır. Normal koşullarda bu salgılar mikrobiyal döngü içerisinde tüketilirken; aşırı üreme (alg patlaması) dönemlerinde salgı miktarı, bakteriyel bozunma kapasitesini aşarak ortamda birikmeye başlamaktadır (Balkıs-Özkorucuklu, 2022).

Oluşan bu organik salgının biyokimyasal yapısı oldukça karmaşıktır. Müsilajın kuru ağırlığının büyük bir kısmını polisakkaritler (şeker) oluşturmakla birlikte; yapısında proteinler, lipitler ve nükleik asitler de yer almaktadır. Polisakkarit içeriğinden kaynaklı olarak yapışkan özellik gösteren bu kıvamlı yapı, su ortamındaki bakteriler, ölü organik maddeler ve diğer kirleticiler ile birleşerek, zaman içerisinde gözle görülebilir büyüklüklere ulaşmaktadır (Passow, 2002).

Gözle görülebilir forma ulaşan ulaşan müsilaj, su sirkülasyonunun durgunlaşması durumunda daha da büyüyerek ekosistem için ciddi bir tehdit haline dönüşmektedir. Organik ve inorganik bileşenlerden oluşan bu kütle, yüzeyi bir süre kapladıktan sonra su kolonunda çökme eğilimi göstererek dip bölgesinde birikmeye devam eder. Söz konusu yapı, ortamdaki biyotik ve abiyotik tüm materyalleri bünyesinde toplayan bir ekosistem oluştururken içerdiği patojen mikroorganizmalar için de uygun bir besi ortamı oluşturarak bu zararlı canlıların sistem içinde taşınmasına neden olur (Vollenweider ve Rinaldi, 1995).

Fitoplanktonların stres koşullarında salgıladıkları organik materyalin oluşum mekanizması incelendiğinde; ortam koşullarının ve sudaki azot-fosfor gibi temel besin tuzlarının (nütrientlerin) bulunurluğunun tetikleyici olduğu görülmektedir. Temel nütrientler arasında yer alan fosfor, fotosentez sürecinin ve hücre bölünmesinin devamlılığı için kritik öneme sahiptir. Ortamda azotun bol, ancak fosforun sınırlayıcı (az) olduğu durumlarda sucul canlılar strese girmektedir. Bu aşamada organizma, bünyesinde biriken fazla karbonu kullanamadığı için dışarıya polisakkarit salgısı olarak atmakta ve müsilajın hammaddesini oluşturmaktadır. Ancak müsilaj probleminin tek nedeni fosfor sınırlaması değildir; su sıcaklığındaki artış, su sirkülasyonunun zayıflığı ve ekosistem üzerindeki diğer antropojenik baskılar da bu çevresel problemin oluşumunu doğrudan etkilemektedir (Lancelot, 1995; TÜBİTAK, 2021).

2. MUSİLAJIN OLUŞUM SÜRECİ ve MEKANİZMASI

Denizel ekosistemlerde müsilaj oluşumu üç temel faktörün etkisindedir. Bu etmenlerden ilki, su sistemlerindeki azot ve fosfor parametrelerinin artışından ileri gelmektedir. Söz konusu problemin temelini ise kontrolsüz şehirleşme ve hızlı nüfus artışı oluşturmaktadır. Meydana gelen atıksuların arıtılmadan ya da ileri biyolojik arıtmaya tabi tutulmadan alıcı ortamlara deşarj edilmesi neticesinde, sucul sistemlerde artış gösteren nütrientler (besin tuzları) ve organik içerik, ekosistem üzerinde önemli ölçüde baskı yaratmaktadır. Azot ve fosfor kaynaklarına sadece evsel ve endüstriyel deşarjlar üzerinden yaklaşmak yeterli olmamaktadır. Bu durumda ise bölgesel tarım faaliyetleri de azot ve fosfor miktarında doğrudan artışa neden olmaktadır.

Sucul ekosistemlerde fosfor, azot ve organik madde bolluğu, hücresel aktivitelerde artışa neden olmaktadır. Ötrofikasyon adı verilen bu aşırı çoğalma ve alg patlaması neticesinde, mavi-yeşil algler sucul ortamın yüzeyini kaplayabilmektedir. Ancak müsilaj probleminde kritik nokta, ötrofikasyona sebep olan azot ve fosforun sadece bolluğu değil, bu parametreler arasındaki oranın bozulmasıdır. N/P (Azot/Fosfor) oranındaki dengesizlik nedeniyle strese giren fitoplanktonlar, bu durumla baş edebilmek için aşırı miktarda polisakkarit sentezi ve salınımı gerçekleştirmektedir (Tuğrul vd., 2002; Polat vd., 2023).

Çevresel bir problem olan ötröfikasyondan müsilaj fazına geçişteki en önemli faktörlerden birisi, sucul ekosistemin asimilasyon (tamponlama) kapasitesidir. Doğal ekosistemlerde oluşan dengesizlikler, sistemin tolere edebileceği belirli bir seviyeye kadar kendi içinde dengelenmektedir. Ancak kirlilik yükü bir tarafa doğru artış gösterdikçe doğal denge bozulmakta ve sistemin direnci kırılmaktadır. Marmara Denizi gibi özellikle körfez özelliği gösteren iç denizler, akıntı hızının düşük olduğu ve kirlilik dağılımının sağlanamadığı dezavantajlı dönemler yaşayabilmektedir. Karadeniz ve Ege Denizi arasında geçiş bölgesi olan Marmara, tuzluluk farkından kaynaklanan tabakalı bir yapıya sahiptir. Bu yoğunluk farkı, üst tabakadaki organik maddenin aşağıya inmesini ve dipteki oksijenin yukarı çıkmasını engelleyen fiziksel bir bariyer oluşturmaktadır. Mevcut kirlilik yükünün aşırı artışı neticesinde suyun asimilasyon kapasitesi aşılmakta, bu da kirliliğin su kolonunda asılı kalarak birikmesine neden olmaktadır (Beşiktepe vd., 1994).

Üçüncü faktör ise fiziksel durağanlıktır. Dalgalı ve rüzgarlı ortamlarda su içinde karışım meydana gelirken; rüzgarın azalması durumunda alıcı ortamlar durgunlaşmaktadır. Göl sistemine benzer bu durgun ortamlarda, kirliliğin seyrelmesi veya bölgeden doğal yollarla uzaklaşması yavaşlamaktadır. Su kolonundaki türbülansın azalması, mikroskobik parçacıkların birbirine çarpıp yapışmasına, yani bir araya toplanmasına uygun ortam hazırlamaktadır. Türkiye'de son yıllarda meydana gelen müsilaj probleminde, Marmara Denizi'nin su değişim

süresinin 6-7 yıl gibi uzun bir süreyi bulması, kirleticilerin sistemden uzaklaştırılmasını güçleştirerek müsilajın yoğunlaşmasında etkili olmuştur (Artüz, 2021).

Bahsedilen bu faktörlerin en sonuncusu ve küresel ölçekte en kritik olanı ise iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışlarıdır. Sucul sistemlerdeki sıcaklık artışı, müsilaj oluşumunu iki farklı mekanizmayla tetiklemektedir. Birincisi; yüzey suyu sıcaklığının artması termal tabakalaşmayı güçlendirerek suyun dikey karışımını daha da zorlaştırmaktadır. İkincisi ise; artan sıcaklığın sucul canlıların ve bakterilerin metabolik hızlarını artırmasıdır. Metabolik faaliyetlerin hızlanması, organik madde üretimini ve tüketimini artırırken, bu süreçte sudaki çözünmüş oksijen miktarı hızla tükenmektedir (Turley, 1999). Marmara Denizi örneği üzerinden müsilaj oluşum mekanizması Şekil 1'de gösterilmiştir (Koncagül vd., 2022).



Şekil 1. Musilajın kaynakları ve oluşum süreci (Koncagül ve ark., 2022).

3. ÇEVRESEL BİR PROBLEM: MUSİLAJ

Müsilaj oluşumunun denizel ekosistem üzerindeki ilk ve en belirgin etkisi, su kolonunun fiziksel kalitesindeki bozulmadır. Yüzeyde ve suyun üst tabakalarında biriken yoğun müsilaj tabakası, su yüzeyini bir örtü gibi kaplayarak güneş ışığının deniz tabanına ulaşmasını engellemekte ve ekosistemde zincirleme bozulmalara neden olmaktadır. Işık geçirgenliğinin (transparansın) azalması neticesinde, ekosisteme oksijen sağlayan fotosentetik canlıların faaliyetleri durma noktasına gelmektedir. Işığın ulaşamadığı derinliklerde birincil üretimin durmasını takiben besin zincirinde kırılmalar başlamakta ve canlıların yaşamsal faaliyetleri olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca müsilajın viskoz ve yoğun yapısı, suyun doğal türbülansını sönümleyerek ekosistemin hidrolojik dinamiklerini de değiştirmektedir (Yüksek vd., 2022).

Ekosistem koşullarını canlılar için elverişsiz hale getiren müsilaj, köken itibarıyla organik bir maddedir. Dolayısıyla ömrünü tamamladıktan sonra bakteriler ve diğer mikroorganizmalar tarafından parçalanma sürecine girmektedir. Bu biyolojik bozunma süreci, sudaki çözünmüş oksijenin hızla tüketilmesine neden olmaktadır. Halihazırda oksijen dengesi bozulmuş olan sucul ekosistemler için bu aşama, oksijensiz ortamın oluşumunu hızlandırmaktadır. Oksijensiz koşullar ayrıca, hidrojen sülfür (H_2S) gibi toksik gazların oluşumunu tetikleyerek ekosistemi zehirli hale getirmekte ve habitat kalitesini düşürmektedir (Diaz ve Rosenberg, 2008).

Müsilaj agregatları, su kolonundaki oluşum sürecinin ardından zamanla ağırlaşarak sistemin dip kısmına (bentik bölgeye) doğru çökelme eğilimi göstermektedir. Bu çökme sürecinde temas ettiği canlıların üzerini kaplayarak solunum ve oksijen transferlerini fiziksel olarak engellemektedir. Dip kısmına ulaşan müsilaj örtüsü, burada yaşayan canlılar üzerinde mekanik bir boğulma etkisi yaratmaktadır. Bentik canlıların ölümü neticesinde deniz tabanındaki biyoçeşitlilik tahrip olurken, sistemin doğal dengesi geri dönülemez şekilde değişmektedir (Özalp, 2021).

Müsilajın çevre ve halk sağlığı üzerindeki potansiyel riskleri, yerel yönetimler ve bölge halkı açısından kritik öneme sahiptir. Müsilaj ile doğrudan temas edilmesi durumunda ciltte tahrişler meydana gelebilirken musilajın bünyesinde barınan patojen mikroorganizmalar, bölgedeki balıkçılık faaliyetlerini etkileyerek gıda güvenliği riski oluşturmaktadır. Dolayısıyla müsilaj oluşumu, sadece ekosistem tahribatı yaratan bir kirlilik değil, aynı zamanda halk sağlığı açısından yönetilmesi gereken biyolojik bir problemdir (Danovaro vd., 2009).

Müsilaj probleminin aşılması ve önüne geçilmesi amacıyla mevcut kirliliğin başladığı bölgelerde yüzey temizliği gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Söz konusu bu temizlik ise sorunun çözümü için yüzey temizliği gibi acil müdahaleleri içerse de, bilimsel veriler bu mekanik yöntemlerin sadece geçici bir iyileştirme yöntemi olduğunu, asıl çözümün kirliliğin kaynağında kontrolü olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda mücadelenin temelini, atıksu yönetim politikasının köklü yenilikler teşkil edilmesi ile şekillendirilebilir. Müsilajı tetikleyen azot ve fosfor yükünü azaltmak için mevcut tesislerin ileri biyolojik arıtma teknolojisine dönüştürülmesi ve Marmara'nın oksijence fakir alt tabakasına yük bindiren derin deniz deşarjı yönteminin terk edilmesi ekolojik bir zorunluluktur (TÜBİTAK MAM, 2021; Okus vd., 2008). Ayrıca arıtılmış suların denize deşarjı yerine yeniden kullanılabilir su elde edilmesi neticesinde tarım ve sanayide yeniden kullanılması hedeflenerek kirlilik yükünün azaltılması gerekmektedir. Yerleşim yerlerinde uygun politikaların sürdürülmesini takiben tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanarda gerekli eğitimlerin ve kontrollerin yapılması gerekmektedir. Son olarak yapay sulak alanlar vb. tampon ortamlar oluşturularak denize

bağlantısı olan bölgelerden sisteme gelen kirliliğin bağlantı bölgelerinde azaltılarak kontrol altına sağlanması sağlanarak musilaj problemi kontrol altına alınabilmektedir (ÇŞB, 2021; Öztürk vd., 2020).

4. YERKÜREDEN ÖRNEKLER

Müsilaj, dünya literatüründe yeni bir olgu olmayıp, bilimsel tanımı ilk kez 1729 yılında Marmara Denizi ile benzer jeomorfolojik özellikler taşıyan Adriyatik Denizi için yapılmıştır. Özellikle 1980'lerin sonunda Adriyatik'te ve dünyanın insan baskısının yoğun olduğu diğer bölgelerinde (Tiren Denizi, Japonya Denizi vb.) görülen kitlesel oluşumlar, sorunun küresel boyutunu ortaya koymaktadır. Bu örneklerin ortak noktası; kısıtlı su sirkülasyonu, artan deniz suyu sıcaklıkları ve karasal kökenli kontrolsüz besin tuzu yüklerinin (ötrofikasyon) birleşerek antropojenik kökenli bir çevre krizine yol açmasıdır (Vollenweider vd., 2005; Danovaro vd., 2009).

Türkiye özelinde ise 2007-2008 döneminde yaşanan ilk kitlesel müsilaj olayı, geçici bir doğa olayı olarak algılandığı için sistemin verdiği uyarı sinyalleri dikkate alınmamış ve gerekli önlemler hayata geçirilmemiştir. Ancak aradan geçen süreçte Ergene Havzası deşarjları ve artan nüfus baskısıyla Marmara Denizi'nin taşıma kapasitesi aşılmış, bu durum 2021 yılında dünya genelinde eşi görülmemiş şiddetteki felaketi tetiklemiştir. 2021 salgını, Marmara'nın kendine özgü akıntı yapısı nedeniyle kirliliğin sistem içinde hapsolmasına yol açmış, müsilajın sadece yüzeyde değil 30 metre derinliğe kadar tüm su kolonunda etkili olmasına neden olmuştur (Tüfekçi vd., 2010; Savun-Hekimoğlu ve Gazioğlu, 2021).

Dünya ve Türkiye örnekleri kıyaslandığında yönetimsel açıdan belirgin bir fark ortaya çıkmaktadır. İtalya gibi ülkeler, geçmiş krizlerden ders çıkararak fosfor denetimi ve modern arıtma stratejileriyle sorunu kontrol altına almayı başarırken; Türkiye'de kirlilik yükünün artarak devam etmesi sorunu derinleştirmiştir. Bu tarihsel perspektif, müsilajın önlenemez bir doğal afet olmadığını, aksine kirlilik kaynaklarının doğru yönetilmesiyle kontrol altına alınabilecek, yönetilebilir bir insan kaynaklı çevre sorunu olduğunu açıkça kanıtlamaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Denizel ekosistemlerde son yıllarda sıklığı ve şiddeti giderek artan müsilaj problemi, tarih içerisinde çeşitli bölgelerde dünya üzerinde görülmektedir. Söz konusu problemin çözümü için öncelikli olarak azot ve fosfor içeren atıkların sucul ekosistemlere arıtılmadan ya da kısmen arıtılarak atılmasının önüne geçilmesi gerekmektedir. Musilaj ekosistemde yer alan canlıları tehdit ederken estetik olarak uygun olmayan bölgelerinde oluşmasına sebep olmaktadır. Ekosistemler için ise ışık geçirgenliğinin azalmasıyla birincil üretimin durması, organik yükün parçalanması sırasında oksijenin tükenerek hipoksik/anoksik zonların oluşması ve bentik

canlıların fiziksel olarak boğulması, biyoçeşitlilik üzerinde geri dönüşü zor hasarlar bırakmaktadır. Ayrıca, müsilajın patojen mikroorganizmalar için bir rezervuar işlevi görmesi ve besin zincirinde kırılmalara yol açması, sorunu sadece çevresel bir kriz olmaktan çıkarıp, balıkçılık ekonomisini ve halk sağlığını tehdit eden sosyo-ekonomik bir krize dönüştürmektedir.

Musilaj ile mücadelede deniz yüzeyindeki mekanik temizlik çalışmaları, estetik kaygıları gidermeye yönelik geçici ve kesin olmayan çözümlerdir. Kalıcı ve sürdürülebilir çözüm olarak kirliliğin kaynağında kontrol altına alınmasını gerekmektedir. Bu amaç ile üretimin ve faaliyetlerin olduğu tüm kıyı genelinde bütünleşik havza yönetimi stratejilerinin yerel yönetimler ve yasal mevzuatlar ile kontrol edilerek, saha da uygulanmasının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, atıksu yönetiminde sadece karbon gideriminin yeterli olmadığı, müsilajın ana besin kaynağı olan azot ve fosforun giderildiği ileri arıtma tesislerinin düşünülmesi ve iklim değişikliğine adaptasyon süreçlerinin hızlandırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Artüz, M. L. (Ed.). (2021). "Müsilaj: Deniz Salyası - Oluşumu, Etkileri ve Çözüm Önerileri." *MAREM (Marmara Environmental Monitoring Project)* Yayınları, İstanbul.

Balkıs-Özkorucuklu, N. (2022). "Marmara Denizi'nde Müsilaj Oluşumu ve Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi." *İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Dergisi*, 36(1), 1-15.

Beşiktepe, Ş. T., Sur, H. I., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T., & Ünlüata, Ü. (1994). "The circulation and hydrography of the Marmara Sea." *Progress in Oceanography*, 34(4), 285-334.

Danovaro, R., Fonda Umani, S., & Pusceddu, A. (2009). "Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea." *PLoS ONE*, 4(9), e7006.

Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). "Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems." *Science*, 321(5891), 926-929.

Koncagül, M., Erdem Dülger, N., & Yinanç, A. (2022). Dünyada ve Marmara Denizi'nde müsilaj oluşumu ve etkileri. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, *5*(2), 73-79.

Lancelot, C. (1995). "The mucilage phenomenon in the continental coastal waters of the North Sea." *Science of The Total Environment*, 165(1-3), 83-102.

Okus, E., Aslan-Yilmaz, A., Aydin-Onen, S., & Tas, S. (2008). "Water quality and eutrophication in the Sea of Marmara." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(4), 629-639.

Özalp, H. B. (2021). "Mass mortality of spinous spider crab *Maja crispata* and interactions with mucilage in the Dardanelles." *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112555.

Öztürk, İ., et al. (2020). "Integrated watershed management and pollution control in Turkey." *Water Science and Technology*, 81(10), 2055-2067.

Passow, U. (2002). "Transparent exopolymer particles (TEP) in aquatic environments." *Progress in Oceanography*, 55(3-4), 287-333.

Polat, E., Ünver, H., & Altınbaş, M. (2021). Müsilaj oluşumu ve ekolojisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, *7*(2), 374-386.

Savun-Hekimoğlu, B., & Gazioğlu, C. (2021). "Mucilage problem in the semi-enclosed sea: The Sea of Marmara." *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(4), 512-523.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). "Marmara Denizi Eylem Planı Strateji Belgesi." Ankara.

Tuğrul, S., Beşiktepe, Ş. T., & Salihoglu, I. (2002). "Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black Seas through the Marmara Sea." *Mediterranean Marine Science*, 3(1), 33-42.

Tüfekçi, V., Balkis, N., Brencic, K., Hocaoglu, S., & Seyhan, K. (2010). "Phytoplankton composition and environmental conditions of a mucilage event in the Sea of Marmara." *Turkish Journal of Biology*, 34, 199-210.
TÜBİTAK MAM. (2021). "Marmara Denizi Müsilaj Sorunu: Bilimsel Değerlendirme Raporu." Gebze/Kocaeli.
Vollenweider, R. A., & Rinaldi, A. (1995). "Marine Mucilages." *Science of The Total Environment*, 165, 1-231.
Yüksek, A., et al. (2022). "Impact of mucilage outbreak on the macrobenthic communities in the Sea of Marmara." *Regional Studies in Marine Science*, 51, 102227.

SESİN MEKÂNSAL KURGUSU: MEKÂN TASARIMI VE MÜZİK ARASINDAKİ KARŞILIKLI ETKİLEŞİMDE GÜNCEL PERSPEKTİFLER

Elif ÖZDOĞLAR
Dumlupınar University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture, 43100, Merkez, Kütahya
ORCID: 0000-0002-9997-9487
Çağrı YALÇIN
Dumlupınar University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture, 43100, Merkez, Kütahya
ORCID: 0000-0002-8408-9190

ÖZET

Ses ve mekân ilişkisi çağlar boyu mimarinin çalışma alanlarından olmuştur. Özellikle yardımcı bir bilim dalı olarak akustik pek çok sorunun tanımlanmasında ve çözümünde aktif rol oynamış ve tarih içerisinde mimariyle beraber yol almıştır. Yunan tiyatrosunun ses mekan aksındaki ikonik planlamasından, günümüzün pnömatik sistemlerle tasarlanan mobil sahne düzenlerine kadar ses, mekanın kendini tanımlamasında ve tasarımında önemli roller üstlenmiştir. Bu araştırmanın amacı yeni bin yılda gelişen teknolojilerle birlikte ses ve mekân ilişkisinin güncel çalışma başlıklarını derlemek ve konuya güncel bir bakış açısı kazandırmaktır. Bu çalışma için konu ile ilgili literatür çalışması yapılmış, çağdaş gelişmelerle ilgili haber ve gelişmeler taranmış, konu ile ilgili sesli kaynaklar dinlenmiştir. Yapay zekâ destekli mekan tasarımında müzikal atmosferin kullanıcı ve onun duygu dünyası üzerindeki etkileri, müzikal motifler aracılığıyla iç mekân algısı oluşturma çabaları, iç mekan ve ses arasındaki bağlantıların görsel kimlik arayışı, sessizliğin tasarım öğesi olarak güncel kullanım alanları, kamusal mekânlarda küratöryel ses tasarımının yönlendirmeye olan etkilerinin kullanıcı davranışları üzerinden analizi, dijital ikiz teknolojisi ve mekana katkıları, posthumanizm araştırmaları ve post-human müzik mekânları, ritmik ve hareketli (kinetik) mekânların tasarım kriterleri, renk-mekân-ses arasındaki üçlü ilişkinin tasarıma atmosferik katkıları, kültürel kodlar ve etno müziğin mekan hafızasına etkileri ve gürültü kirliliği bu araştırmanın kapsamını belirleyen temel başlıklar olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak mekân ve müzik ilişkisi arasındaki karşılıklı etkileşimin biçimsel metaforu değerlendirilmeye çalışılarak, araştırmacıları ilerleyen yıllarda meşgul edecek güncel perspektifler derlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Müzik, İç Mekân, Akustik, Mekân ve Müzik, Ses Tasarımı

SPATIAL CONSTRUCTION OF SOUND: CURRENT PERSPECTIVES ON THE INTERACTION BETWEEN SPACE DESIGN AND MUSIC

ABSTRACT

The relationship between sound and space has been a field of study in architecture throughout the ages. Acoustics, particularly as an auxiliary discipline, has played an active role in defining and solving numerous problems and has progressed alongside architecture throughout history. From the iconic planning of Greek theater along the sound-space axis to today's mobile stage arrangements designed with pneumatic systems, sound has played a significant role in defining and designing a space. The purpose of this research is to compile current topics on the relationship between sound and space, reflecting the advancements in technology in the new millennium, and to provide a contemporary perspective on the subject. For this study, a literature review was conducted, news and developments related to contemporary developments were reviewed, and relevant audio sources were listened. The main topics that determine the scope of this research are the effects of musical atmosphere on the user and their emotional world in artificial intelligence-supported space design, efforts to create interior space perception through musical motifs, the search for visual identity through the connections between interior space and sound, current uses of silence as a design element, the analysis of the effects of curatorial sound design on orientation in public spaces through user behavior, digital twin technology and its contributions to space, posthumanism research and posthuman music spaces, the design criteria of rhythmic and kinetic spaces, the atmospheric contributions of the trilateral relationship between color-space-sound to design, the effects of cultural codes and ethno music on space memory, and noise pollution. In conclusion, the formal metaphor of the interplay between space and music will be evaluated, and current perspectives that will occupy researchers' attention in the coming years will be compiled.

Keywords: Music, Interior, Acoustics, Space and Music, Sound Design

Giriş

Ses ve mekân ilişkisi, mimarlığın tarihsel gelişimi boyunca hem pratik hem de kuramsal düzeyde tartışılan ve incelenen bir alan olmuştur. Ses tasarımı, akustik problemleri tespit etme ve onlara çözüm getirme, ses performansı antik çağlarda günümüze dek mimarinin temel problemleri arasında yer almıştır. Yunan ve Roma amfitiyatroları bu arayışlara yanıt veren ilk örneklerdendir. Yunan tiyatrolarının topoğrafya ve oturma düzeni ile sağladığı doğal ses yayılımından, gotik katedrallerin yüksek tavanlı uzun yankı sürelerine sahip iç hacimlerine, modern konser salonlarının optimize edilmiş akustiğinden pnömatik sistemlerle

dönüştürülebilen güncel sahne tasarımlarına kadar ses, mekânın kimliğini kuran temel bileşenlerden biri olarak değerlendirilmiştir.

Rönesans ve Barok dönemlerde hem kilise, şapel gibi dini yapılar hem de opera ve balo salonları gibi kültür yapılarında görülen gelişmeler akustik biliminin temellerini atmıştır. Özellikle akustiğin yardımcı bilim alanı olarak gelişimi, sesin ilk aşamada teknik bir problem olarak tanımlanmasına yol açmış; ancak soundscape, aural mimarlık ve atmosfer gibi kavramlar aracılığıyla işitsel çevre, giderek mekânsal tasarımın kurucu bir boyutu olarak ele alınmaya başlanmıştır (Blesser & Salter, 2007; Pallasmaa, 2005; Schafer, 1994).Bugün bu bilim alanının temel prensipleri, ses yansıması ve difüzyon, yankı süresi kontrolü ve malzeme seçimini kapsarken, çalışma konularının kapsamı oldukça genişlemiştir. Çağdaş Konser ve Opera Salonlarının İnovasyonu, Akustik Modelleme, Biyomimetik Tasarım, hibrit ses ortamları, kentsel bağlam gibi çok sayıda konu mimarların çalışma konuları arasına girmiştir.

Bu çalışma, yeni binyılda gelişen teknolojilerle birlikte ses ve mekân ilişkisini konu alan güncel araştırma başlıklarını derlemeyi ve bunları mekân tasarımı, müzik ve atmosfer üretimi bağlamında tartışmayı amaçlamaktadır. Yapay zekâ destekli mekân tasarımında müzikal atmosferin kullanıcı üzerindeki etkileri, müzikal motifler aracılığıyla iç mekân algısı oluşturma çabaları, iç mekân ve ses arasındaki bağlantıların görsel kimlikle ilişkisi, sessizliğin tasarım öğesi olarak güncel kullanım alanları, kamusal mekânlarda küratöryel ses tasarımının yönlendirme işlevi, dijital ikiz teknolojisi ve akustik katkıları, post hümanist tartışmalar bağlamında post-human müzik mekânları, ritmik ve kinetik mekânların tasarım kriterleri, renk–mekân–ses arasındaki üçlü ilişkinin atmosferik katkıları, kültürel kodlar ve etnomüziğin mekân hafızasına etkileri ile gürültü kirliliği bu çalışmanın odaklandığı temel başlıklardır. Bu gelişmelere zemin oluşturan ise teknolojinin ses mühendisliği düzeyinde gösterdiği etkinliğin artmasıdır.

1. Ses ve Mekân İlişkisine Kuramsal Yaklaşımlar

1.1. Akustik Ekoloji ve Soundscape

Akustik ekoloji ve soundscape literatürü, sesin yalnızca fiziksel bir dalga değil, toplumsal ilişkileri, tarihsel dönüşümleri ve çevresel koşulları yansıtan bir “işitsel peyzaj” olduğunu ortaya koyar. Schafer (1994), farklı dönem ve yerleşimlerin özgün ses manzaralarını tanımlayarak, modern endüstriyel toplumun gürültü yoğunluğunu eleştirel biçimde tartışır ve her kentin, her yapının kendine özgü bir “akustik imzası” olduğuna işaret eder. Augoyard ve Torgue (2005) ise gündelik yaşamdaki yankı, uğultu, süreklilik ve kesinti gibi işitsel olguları kavramsallaştırarak ses ile mekânsal koşullar arasındaki karmaşık bağı görünür kılar. Bu

yaklaşımlar, sesin mekân tasarımında ikincil bir değişken değil, mekânsal kimlik ve bellekle yakından ilişkili bir unsur olarak değerlendirilmesi gerektiğini gösterir.

1.2. Fenomenoloji, Beden ve Atmosfer

Fenomenolojik gelenek, mekânı bedensel deneyim, algı ve yönelim üzerinden açıklamaya odaklanır. Merleau-Ponty'nin algı kuramı, mekânı soyut bir geometri değil, bedenin dünyayla karşılaşmasının kiplerinden biri olarak ele alır; işitme de bu karşılaşmanın temel modalitelerinden biridir (Merleau-Ponty, 2013). Ihde (2007), sesin yönsellik, uzaklık ve derinlik etkileri aracılığıyla mekânı ve nesneleri bedensel olarak "çerçevelediğini" vurgular.

Pallasmaa (2005), mimarlık yazınında hâkim olan görsel merkezci yaklaşımı eleştirerek, mimarlığın tüm duyuları içeren bir atmosfer üretimi olduğunu savunur. Bu çerçevede yankı, uğultu, sessizlik ve gürültü gibi işitsel nitelikler, mekânın mahremiyet düzeyini, içe dönüklüğünü veya açıklığını belirleyen atmosferik bileşenler olarak değerlendirilir. Zumthor'un (2006) atmosfer kavrayışı da benzer biçimde, her iç mekânın biçim, oran, malzeme ve aydınlatma kadar, sesi toplama ve dağıtma özellikleriyle de tekil bir "duygusal yoğunluk" taşıdığını ileri sürer.

1.3. Aural Mimarlık ve İşitsel Atmosfer

Blesser ve Salter (2007), "aural mimarlık" kavramıyla her yapılı çevrenin, sesi yansıtma, soğurma ve yönlendirme biçimiyle kendine özgü bir işitsel atmosfer ürettiğini öne sürer. Bu atmosfer, yalnızca yankı süresi veya gürültü düzeyi gibi teknik parametrelerle değil, sosyal davranış, mahremiyet, kamusallık ve duygulanım üzerinde ürettiği etkilerle birlikte ele alınmalıdır. Böylece ses, geometrik biçim, malzeme ve programla birlikte, mekân tasarımının dördüncü boyutu olarak kavramsallaştırılır.

2. Yöntem ve Kapsam

Çalışma, nitel ve betimleyici bir literatür taramasına dayanmaktadır. Ses–mekân ilişkisine odaklanan temel kuramsal kaynaklar (Schafer, 1994; Augoyard & Torgue, 2005; Blesser & Salter, 2007; Pallasmaa, 2005; Zumthor, 2006; Ihde, 2007; Merleau-Ponty, 2013) ile yapay zekâ, dijital ikizler, soundscape analizi, gürültü kirliliği ve kamusal alanda ses tasarımı gibi güncel alt alanlara ilişkin bilimsel makaleler ve raporlar incelenmiştir. Bu literatür, ses ve mekân ilişkisine dair güncel çalışma başlıkları altında yeniden sınıflandırılmış; her başlık hem kuramsal hem de uygulamalı örnekler üzerinden tartışılmıştır. Çalışma, ampirik bir saha araştırması yürütmemekte, mevcut literatürü sentetik bir çerçevede bir araya getirerek kavramsal bir haritalama yapmayı amaçlamaktadır.

3. Yeni Binyılda Ses–Mekân İlişkisinde Güncel Çalışma Başlıkları

3.1. Yapay Zekâ Destekli Mekân Tasarımında Müzikal Atmosfer

Yapay zekâ temelli ses analizi ve üretim araçları, mekânsal tasarım süreçlerinde müzikal atmosferin kullanıcı deneyimine göre uyarlanmasına olanak tanımaktadır. Özellikle kent ses peyzajlarının otomatik sınıflandırılması, gürültü kaynaklarının tespiti ve simülasyonu gibi uygulamalar, yapay zekânın ses–mekân çalışmalarındaki rolünü genişletmektedir (Lam et al., 2024). Bu tür çalışmalar, belirli bir iç mekânda kullanıcıların duygudurumunu yatıştıran, uyarıcı veya odaklanmayı kolaylaştıran müzikal kurguların simülasyon ortamında denenmesine ve kullanıcı verileriyle birlikte optimize edilmesine imkân verir. Sağlık yapıları, eğitim mekânları ve konaklama mekânları gibi tipolojilerde müzik, görsel ve ergonomik düzenlemelerle birlikte bütünleşik bir atmosfer tasarım aracı olarak değerlendirilmektedir.

3.2. Müzikal Motifler Aracılığıyla İç Mekân Algısı

Müzikal motiflerin mekânsal hafıza, yön bulma ve atmosfer algısı açısından kullanımı, soundscape literatüründeki “keynote”, “sound signal” ve “soundmark” kavramlarıyla yakından ilişkilidir (Schafer, 1994). Sürekli arka plan sesleri mekâna ait tonaliteyi belirlerken, belirli aralıklarla yinelenen kısa müzikal motifler, kullanıcıya yön, zon veya işlev hakkında ipucu sunan işitsel işaretçilere dönüşebilir. Alışveriş merkezleri, havaalanları ve müzelerde kullanılan tematik ses manzaraları, mekân kimliğinin sözel olmayan bir bileşeni olarak kurumsal görsel kimliği destekler ve işitsel bir “marka dili” oluşturur.

3.3. İç Mekân, Ses ve Görsel Kimlik İlişkisi

Kurumsal iç mekânlarda ses, giderek görsel kimlik ve markalaşma stratejileri ile bütünleşik biçimde ele alınmaktadır. Grafik tasarım, logo, renk paleti ve malzeme seçimiyle uyumlu kurgulanan ses atmosferi, mekânın bütünsel kimliğini güçlendiren çok duyulu bir çerçeve sunar. Bu bağlamda ses, yalnızca dekoratif bir fon değil, kurumsal kimliğin işitsel uzantısı olarak tanımlanmakta; özellikle otel lobileri, gastronomi mekânları ve kültür yapıları gibi yüksek temsil değeri taşıyan iç mekânlarda “işitsel kurumsal kimlik” tasarımı gündeme getirmektedir. Konut tasarımlarında ise artık profesyonel ses sistemlerinin kullanılması yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin ses mühendisliği kadar endüstri ürünleri tasarımları ve bu tasarımların estetik değeri de ön plana çıkmıştır. Ayrıca bu ürünlerin tasarımında iç mimarlığın önemli bileşenlerinden esnekliğe de önem verilmektedir. Örneğin bu yıl 100.yılını kutlayan Danimarka menşeli bir ses mühendisliği firması olan Bang and Olufsen firmasının çeşitli boyutlarda ve türlerde ev tipi hoparlörleri endüstri ürünleri tasarımı açısından markaya özgü heykelsi minimalist bir tasarım anlayışına sahiptir. İç mekan tasarımı açısından arzulanan renge göre kumaşının değişmesi gibi esneklik özellikleri göstermektedir. Ayrıca Balenciaga gibi

köklü moda markalarıyla iş birlikleri yaparak tasarım anlamında marka değerini yükseltmektedir. Bang and Olufsen firmasının çağdaşlarından da çok sayıda benzer örnek vermek mümkündür.



Resim 1: Bang Olufsen ve Balenciaga Markalarının İş Birliği ile Tasarlanan Hoparlör

3.4. Sessizliğin Tasarım Öğesi Olarak Kullanımı

Sessizlik, modern akustik literatürde çoğunlukla gürültünün yokluğu olarak tanımlansa da fenomenolojik yaklaşımlar sessizliği başlı başına bir atmosfer kategorisi olarak ele alır. Pallasmaa (2005), mimari deneyimde sessizliğin içe dönüklük, yoğunlaşma ve mahremiyetle ilişkisini vurgular; Ihde (2007) ve Schafer (1994) ise sessizliğin işitsel algının "sıfır noktası" değil, işitilen her şeyin anlamını belirleyen bir arka plan olduğunu ileri sürer. Kütüphaneler, meditasyon mekânları, araç tasarımları, sağlık yapıları gibi çok çeşitli mekanlarda sessizlik politikaları, yalnızca teknik yalıtım önlemleriyle değil, dolaşım şemaları, yüzey dokuları ve mekânsal boşlukların oranlarıyla birlikte tasarlanmaktadır.

3.5. Kamusal Mekânlarda Küratöryel Ses Tasarımı

Kamusal mekânlarda küratöryel ses tasarımı, kullanıcı davranışları ve mekânın okunabilirliği üzerinde doğrudan etkiler üretmektedir. Dijitalleşmeden yararlanan müzelerde, çağdaş sergi mekânlarında ve deneyim odaklı diğer iç mekânlarda, belirli rotaları destekleyen ses senaryoları, kullanıcıların duraklama sürelerini, yönelimlerini ve dikkat odaklarını biçimlendirmektedir. Augoyard ve Torgue'nun (2005) tanımladığı "çekim", "maskelenme" ve "eşzamanlılık" gibi işitsel etkiler, sergi dramaturjisinin işitsel bileşenini kurmak için kavramsal bir sözlük sunar. Sanal gerçeklik destekli soundscape değerlendirmeleri, kullanıcıların algısal geri bildirimlerini ölçerek bu küratöryel stratejilerin etkinliğini test etmeye imkân vermektedir

(Gök Tokgöz, 2025). Böylece görme odaklı mekanlar çok duyulu bir biçimde algılanabilirken ses mekanın en önemli bileşenlerinden biri haline gelir.

3.6. Dijital İkiz Teknolojisi Ve Akustik Simülasyon

Dijital ikiz teknolojisi, yapılı çevrenin dinamik, veri temelli dijital modelleri üzerinden simüle edilmesini mümkün kılmakta; bu sayede akustik performans ve işitsel senaryolar tasarım sürecine erken aşamalarda entegre edilmektedir. Çok amaçlı salonlarda, sahne konfigürasyonları, oturma düzenleri ve malzeme değişimlerinin akustik sonuçları dijital ikiz modelleri aracılığıyla test edilebilmektedir (Cairoli & Tagliabue, 2023). Kent ölçeğinde ise, kentsel kanyonlar, avlular ve açık alanların işitsel davranışını modelleyen auralizasyon ve görselleştirme çerçeveleri, ses peyzajını planlama kararlarına dâhil etmeyi kolaylaştırmaktadır (Llorca Bofí et al., 2022).

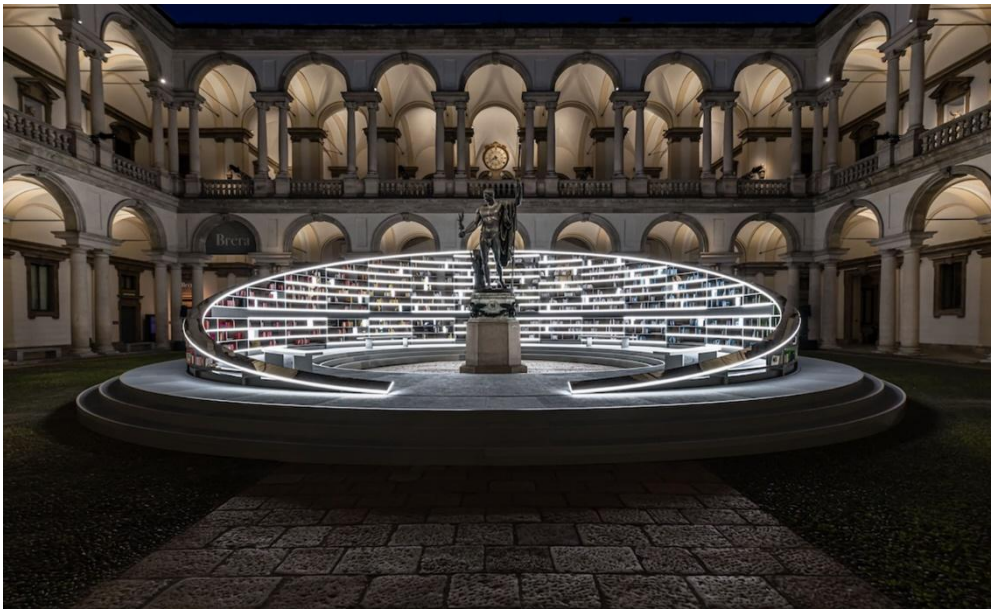
3.7. Post Hümanizm Ve Post-Human Müzik Mekânları

Post hümanist kuram, öznenin merkezî konumunu sorgulayarak insan, teknoloji ve çevre arasındaki ilişkileri yeniden düşünmeyi önerir. Ses ve müzik alanında post hümanist yaklaşımlar, işitsel atmosferleri insan öznelliğinin ötesine taşan, insan-makine-ortam etkileşimlerinin ortak üretimi olarak kavramsallaştırır. Hareket sensörleri, biyometrik veriler ve konum bilgisiyle senkronize çalışan etkileşimli ses enstalasyonları ve sahneler, dinleyiciyi pasif alıcıdan aktif ortak üreticiye dönüştürmektedir. Bu tür "post-human müzik mekânları"nda mekân, fiziksel kabuğun ötesinde veri akışları ve ağlı süreçlerle biçimlenen hibrit bir ortam olarak düşünülmektedir (Ihde, 2007; Merleau-Ponty, 2013). Veri mimarlığının tartışılmaya başlandığı yeni bin yılda post hümanist yaklaşımların tasarım parametreleri belirlenirken dikkate alınması tasarıma çok yönlü bakış açısı geliştirebilmek adına önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra literatür transhümanizm kavramına da yer vermektedir. Transhumanizm mekanı bir arayüz olarak kullanabilir, ergonomik beklentilerin de önüne geçerek biyoteknolojiyle harmanlanan mekanlar ve tasarım nesneleri üretebilir, beden ve mekan arasında etkileşim sağlayabilecek sensörlü sistemlerle mimari biyolojik bir kimlik edinebilir ya da giyilebilir mimari üretilebilir.

3.8. Ritmik Ve Kinetik Mekânlar

Ritmik ve kinetik mekânlarda ses, form ve hareket arasındaki ilişki belirleyici hâle gelir. Açılıp kapanan paneller, kayar yüzeyler, titreşimli döşemeler ve kullanıcı hareketine duyarlı ses sistemleri, mekânın ritmini doğrudan işitsel deneyime çevirir. Burada ritim yalnızca müzikal bir düzen değil, dolaşım hızları, tekrar eden modüller ve ışık değişimleriyle birlikte mekânın zamansal kurgusunu tanımlayan bir tasarım aracı olarak değerlendirilir. Bu tür kurgular, kullanıcıyı yalnızca mekânda dolaşan bir özne değil, ses ve mekânın ritmik oluşumuna müdahil

bir aktör olarak konumlandırır. Kinetik mekanlar son yıllarda özellikle algısal-kavramsal sanat ürünleri olarak çeşitli deneyim odaklı etkinliklerde ve enstalasyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Örneğin multidisipliner tasarımcı Es Devlin'in 2025'te İtalya'da gerçekleştirilen Salon Del Mobile fuarında gerçekleştirdiği Library of Light projesi Pinacoteca di Brera binasında sergilenmiş ve büyük yankı uyandırmıştır. Devlin, İspanyol moda markası Zara'nın 50.yıl dönümü için, benzer bir kinetik mekanı ve Amerika Birleşik Devletleri'nin New York kentinde bir kinetik heykel ile de benzer bir çalışmayı gerçekleştirmiştir. Bu mekanların sayıca artacağı ve nitelikçe yükseleceği beklenmektedir.



Resim 1: Library of Light Projesi, Es Devlin

3.9. Renk–Mekân–Ses İlişkisi

Renk, mekânın algılanmasını belirleyen önemli faktörlerinden biri olup sesle birlikte ele alındığında güçlü atmosferik etkiler üretir. Zumthor (2006), ışık, malzeme ve sesi, mekânın "tekil yoğunluğunu" oluşturan bileşenler olarak birlikte düşünür. Pallasmaa (2005), dokunsal malzemeler, gölgeli aydınlatma ve yumuşak yankı veren yüzeylerin, bedende eşzamanlı görsel, işitsel ve taktil etkiler üreterek "duyular arası" bir deneyim yarattığını vurgular. Sıcak tonlu, mat yüzeylere sahip, loş bir iç mekânda düşük frekanslı, bas ağırlıklı ses atmosferi, ağır ve kapsayıcı bir deneyim üretirken; soğuk renk paleti, sert ve parlak yüzeyler ile yüksek frekanslı ve yankılı ses düzeni, mekânı daha keskin ve uyarıcı kılabilir. İç mekan tasarımında ses; uzun yıllar iç mekanın algılanmasını belirleyen renk, aydınlatma, malzeme faktörler arasında geri planda kalmıştır. Bugün ise ses onları karakterize eden ve yönlendiren bir faktör haline gelmiştir

3.10. Kültürel Kodlar, Etnomüzik ve Mekân Hafızası

Kültürel kodlar ve etnomüzik, mekân hafızası ve aidiyet duygusu üzerinde güçlü etkiler üretir. Farklı toplumların gündelik ses repertuarları ve müzikal kalıpları, belirli işitsel göstergelerin anımsama, beklenti ve mekânsal çağrışım gücünü belirler (Augoyard & Torgue, 2005). Etnomüzikolojik motiflerin iç mekân ses peyzajına dâhil edilmesi, özellikle göçmen topluluklara yönelik kamusal mekânlarda aidiyet ve tanınırlık hissini güçlendirebilir; ancak bu süreçte kültürel temsiliyetin indirgemeci ve stereotipleştirici bir düzeye indirgenmemesi, sesin yaşayan bir kültürel pratik olarak ele alınması önemlidir. Bunun yanı sıra konaklama yapıları ve turistik tesislerde, etnografya ve kent tarihi müzelerinde, müzelerin ilgili bölümlerinde, kültür tarihi odaklı sergilerde ses; deneyimi izleyici/kullanıcı odaklı hale getirmektedir.

3.11. Gürültü Kirliliği Ve Tasarım Sorumluluğu

Gürültü kirliliği, çağdaş kentlerde hem fiziksel hem de psikososyal sağlık üzerinde ciddi etkileri olan temel bir çevresel risk faktörüdür. Dünya Sağlık Örgütü'nün Avrupa Bölgesi için yayımladığı Çevresel Gürültü Rehberi, trafik, demiryolu ve havaalanı gürültüsünün kardiyovasküler hastalıklar, uyku bozuklukları ve bilişsel performans üzerindeki olumsuz etkilerini ayrıntılı biçimde belgelemektedir (World Health Organization, 2018). Soundscape yaklaşımı, gürültüyü yalnızca azaltılması gereken bir rahatsızlık olarak değil, belirli işitsel ortamların olumlu deneyimler üretme kapasitesiyle birlikte ele almayı önerir. Gürültü haritaları, kullanıcıların sübjektif algılarını içeren ses günlükleri ve auralizasyon temelli değerlendirme yöntemleri, fiziksel ölçütler ile algısal veriler arasındaki ilişkiyi görünür kılmakta ve kentsel tasarımda sesin etik bir sorumluluk alanı olarak ele alınmasını gerektirmektedir (Llorca Bofí et al., 2022; Gök Tokgöz, 2025). Ses faktörünün mekan tasarımında etkin olarak kullanılmaya başlanması ve sesi merkeze alan sinema, tiyatro gibi yapıların dışında da sıklıkla atmosfer açısından tercih edilmesinin gürültü kirliliği yaratmaması hususuna dikkat edilmelidir.

4. Değerlendirme ve Sonuç

Ses ve mekân ilişkisinin mekânsal kurgu bağlamında ele alınması, klasik akustik optimizasyonu aşan, çok katmanlı bir araştırma alanına işaret etmektedir. Yapay zekâ destekli tasarım araçları ve dijital ikiz teknolojileri, müzikal atmosferin kullanıcı deneyimine göre uyarlanabildiği dinamik mekânlar üretmeye imkân verirken, fenomenolojik ve atmosfer odaklı kuramsal yaklaşımlar bu teknolojik olanakların bedensel ve duyusal deneyimle uyumlu biçimde kullanılmasını gerektirmektedir.

Müzikal motifler aracılığıyla iç mekân algısının biçimlendirilmesi, sessizliğin etkin bir tasarım öğesi olarak kullanımı, kamusal alanlarda küratöryel ses kurguları, posthümanist müzik mekânları, ritmik ve kinetik mekânsal düzenlemeler, renk–mekân–ses ilişkileri, kültürel kodlar

ve gürültü kirliliği gibi güncel başlıklar, sesin mekânsal kurgudaki rolünü hem teorik hem de uygulamalı düzeyde yeniden tanımlamaktadır. Bu perspektiften bakıldığında ses, mimari tasarım sürecinde ikincil veya tamamlayıcı bir unsur değil, mekânın kimliğini, atmosferini ve kullanıcıyla kurduğu ilişki ağını belirleyen kurucu bir tasarım bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

İlerleyen yıllarda hem mimari hem de iç mekan tasarımı açısından ses ve mekan etkileşiminin artması beklenmektedir. Ses, teknolojinin olanaklarıyla çekinik bir ögeden diğer ögeleri de güçlendiren etkin bir enstrümana dönüşmüştür. Ses, iç mekanın algılanmasını belirleyen diğer faktörlerle ilişki kurarak atmosfer tasarımına ve mekan estetiğine katkı sağlamakta ve endüstriyel ürün tasarımını geliştirmektedir. Ayrıca kullanıcı/ziyaretçi ile mekanın etkileşime girmesini sağlayarak, deneyim odaklı bir mekan algısı oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

Augoyard, J.-F., & Torgue, H. (Eds.). (2005). *Sonic experience: A guide to everyday sounds*. McGill–Queen's University Press.

Blesser, B., & Salter, L.-R. (2007). *Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture*. MIT Press.

Cairoli, M., & Tagliabue, L. C. (2023). Digital twin for acoustics and stage craft facility management in a multipurpose hall. *Acoustics, 5*(4), 909–927.

Gök Tokgöz, Ö. (2025). Virtual reality application in evaluating the soundscape. *Soundscapes, 7*(4), 68.

Ihde, D. (2007). *Listening and voice: Phenomenologies of sound* (2nd ed.). SUNY Press.

Lam, B., et al. (2024). Automating urban soundscape enhancements with AI in situ auditory assessment using binaural surround sound reproduction. *The Journal of the Acoustical Society of America, 155*, 1500–1513.

Llorca Bofí, J., Morando, P., Vogiatzis, K., Droumeva, M., Hodgson, M., Högerl, G., & Kang, J. (2022). Urban sound auralization and visualization framework for soundscape and quiet areas assessment. *Sustainability, 14*(4), 2026.

Merleau-Ponty, M. (2013). *Phenomenology of perception* (D. A. Landes, Trans.). Routledge. (Orijinal çalışma 1945'te yayımlandı.)

Pallasmaa, J. (2005). *The eyes of the skin: Architecture and the senses* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Schafer, R. M. (1994). *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*. Destiny Books.

World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European Region*. WHO Regional Office for Europe.

Zumthor, P. (2006). *Atmospheres: Architectural environments, surrounding objects*. Birkhäuser.

İNSAN SAĞLIĞI İÇİN SİRKADİYEN RİTİM UYUMLU DÜŞÜK LÜX GECE LAMBASI TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Umutcan UÇAR
Gazi University, Technology Faculty, Electric-Electrical Engineering, Ankara
Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA
Gazi University, Technology Faculty, Electric-Electrical Engineering, Ankara
ORCID: 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Yapılan çalışmada, sağlıklı gece aydınlatması amacıyla PWM kontrollü RGB LED'ler kullanılarak düşük lüks seviyelerinde yumuşak renk geçişleri sunabilen akıllı bir gece lambası geliştirilmiştir. LED'ler, MOSFET ve TLC5940 entegresi ile sürülmüş; her bir renk kanalı eşit akımda ve elektronik olarak kontrol edilmiştir. Mat difüzör kullanımıyla ışık dağılımı homojen hâle getirilmiş ve lüks seviyeleri optimize edilmiştir. Geliştirilen sistem, hareket sensörü ve LoRa modülü aracılığıyla IoT uygulamalarına katkı sağlamıştır. Bu özellikler, özellikle karanlıktan korkan çocuklar için güvenli ve uyku dostu bir ortam oluşturmakta; ebeveynlere ise uzaktan izleme ve müdahale olanağı sunmaktadır. Lokal aydınlatma, sarıdan kırmızıya geçişlerde dahi güvenli lüks aralıklarında kalacak şekilde tasarlanmış; maksimum renk parlaklığında bile melatonin baskılanması açısından sınır değerler korunmuştur. Aynı zamanda 3 rengin de kumandadan kontrol edilebilmesi, kullanıcıya özel kaydedilebilmesi akıllı cihaz yapısını desteklemektedir. Deneysel ölçümler ve hesaplamalar, sistemin enerji verimliliğini, güvenli lüks düzeylerini ve PWM kontrollü renk geçişlerinin etkinliğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, akıllı aydınlatma uygulamalarında sağlık odaklı tasarım anlayışını ve IoT uygulaması kullanım örneklerini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Akıllı lamba, Uyku, Sirkadiyen Ritim

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LOW-ILLUMINANCE, CIRCADIAN RHYTHM–COMPATIBLE NIGHT LAMP FOR HUMAN HEALTH

ABSTRACT

In this study, a smart night lamp capable of providing smooth color transitions at low illuminance levels was developed for healthy nighttime lighting using PWM-controlled RGB LEDs. The LEDs were driven via MOSFETs and a TLC5940 integrated circuit, with each color channel operated at equal current and electronically controlled. The use of a matte diffuser ensured homogeneous light distribution and optimized illuminance levels. The developed system contributes to IoT applications through the integration of a motion sensor and a LoRa module. These features create a safe and sleep-friendly environment, particularly for children

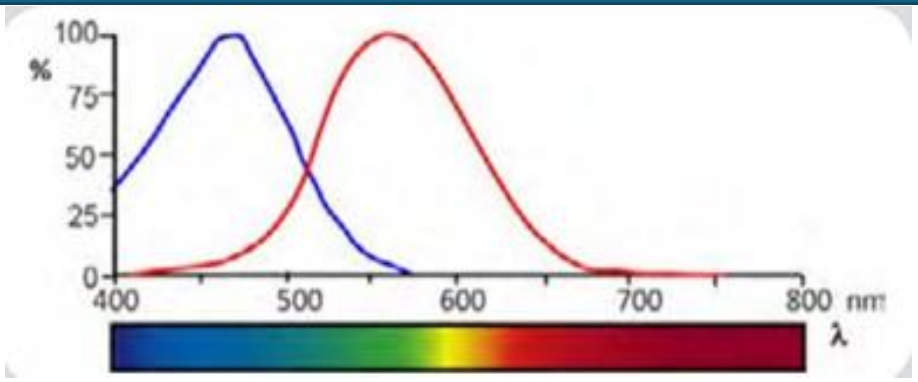
who are afraid of the dark, while also offering parents the ability to monitor and intervene remotely. Local illumination was designed to remain within safe illuminance ranges even during transitions from yellow to red light; moreover, threshold limits related to melatonin suppression were preserved even at maximum color brightness. In addition, the ability to control all three colors via a remote interface and to store user-specific settings supports the system's smart device architecture. Experimental measurements and calculations demonstrate the system's energy efficiency, safe illuminance levels, and the effectiveness of PWM-controlled color transitions. The aim of this study is to present a health-oriented design approach in smart lighting applications and to provide examples of IoT-based implementations.

Keywords: Smart lamp, Sleep, Circadian Rhythm

1. GİRİŞ

Günümüz modern yaşamında yapay aydınlatmanın insan biyolojik sistemleri üzerindeki etkileri giderek daha iyi anlaşılmaktadır. Özellikle gece saatlerinde maruz kalınan ışığın melatonin baskılanması, uyku düzeninin bozulması, sirkadiyen ritmin kayması ve davranışsal ile nörolojik etkiler üzerinde önemli etkiler oluşturduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Cajochen ve ark., 2011). Bu durum, yalnızca yetişkinler için değil, gelişim çağındaki çocuklar için de kritik önem taşımaktadır. Çünkü uyku ve sirkadiyen ritim bozuklukları, uzun vadede bilişsel işlevler, öğrenme ve davranışsal gelişim üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir.

Işık rengi, spektral dağılımı, ışık şiddeti ve maruz kalma zamanlaması, uyku kalitesi ve sirkadiyen ritmin düzenlenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle mavi ışık (450–495 nm), gece saatlerinde melatonin baskılayıcı etkisiyle uyku başlangıcını geciktirebilmektedir (Chellappa ve ark., 2013). Buna karşın kırmızı ışık (620–750 nm), sirkadiyen ritim üzerinde minimal etkiye sahiptir ve literatürde gece ortamı için en güvenli spektral bölge olarak önerilmektedir. Bu bağlamda, hem yetişkin hem de çocuk odalarında kullanılan gece aydınlatmalarının düşük ışık seviyeli, mavi ışık içermeyen ve tercihen kırmızı-sıcak beyaz tonlarında olması özellikle önerilmektedir (Lunn ve ark., 2015).



Grafik 1. Görsel Olmayan, Biyolojik Duyarlılık Eğrisi (mavi), Gözün Görsel Duyarlılık Eğrisi (kırmızı)

Sirkadiyen ritim, özellikle retina içerisinde yer alan melanopsin içeren intrinsik fotosensitif ganglion hücreleri (ipRGC) aracılığıyla ışığa yüksek düzeyde duyarlıdır. Bu hücreler 460–480 nm aralığındaki kısa dalga boylarına karşı maksimum hassasiyet göstermekte ve mavi ağırlıklı ışık bu bantta melatonin baskılanmasına neden olmaktadır. Sinirbilim alanında Science dergisinde yapılan araştırmalara göre, retinanın seçiciliğini ayrıntılı biçimde ortaya koyarak ipRGC'lerin uzun süreli sirkadiyen ritimde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Berson, Dunn & Takao, 2002). Ayrıca yapılan bir araştırma sonucu, sporcularda kırmızı ışığın (≈630–670 nm) melatonin baskılamadan uyku kalitesini artırdığını ve zinde olmaya olumlu katkı sağladığını belirtmektedir (Zhao et al., 2018).

Bununla birlikte, mevcut ticari gece lambalarının çoğu yalnızca sabit ışık sağlamaktadır. Sirkadiyen geçişleri destekleyen, renk kontrollü düşük-lux ışık sunan, çocuklarda karanlık korkusunu azaltmaya yönelik etkileşim imkânı veren ve uzaktan izleme gibi gelişmiş fonksiyonları içeren ürünler oldukça sınırlıdır. Ayrıca LED ışık kaynaklarının çoğu sabit gerilimle sürüldüğünden, akım değişimleri LED ömrünü azaltmakta ve gerçek parlaklık kontrolünü güçleştirmektedir. Bu nedenle, biyolojik ve psikolojik açıdan güvenli gece aydınlatması sağlamak için hem donanım hem de kontrol mekanizmalarının optimize edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, literatürde önerilen biyolojik aydınlatma prensiplerine uygun olarak RGB LED tabanlı, düşük lux seviyeli, sirkadiyen ritme uyumlu, sensör kontrollü ve LoRa haberleşmeli bir akıllı gece lambası geliştirmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu sistemde, kırmızı ağırlıklı ışık spektrumundan sarı-kırmızı geçişlerine kadar kontrollü bir gece aydınlatması sağlanmakta; aynı zamanda PIR hareket sensörü ve LoRa tabanlı ebeveyn-çocuk haberleşmesi ile internete bağlantısının olmadığı konumlarda uzak mesafelerde veri iletimi, özellikle karanlık

korkusu olan çocuklar için güvenli bir kullanım senaryosu sunulmaktadır. Bu yaklaşım hem biyolojik uyumluluğu hem de kullanıcı deneyimini bir arada ele alan bir tasarım sunmaktadır.

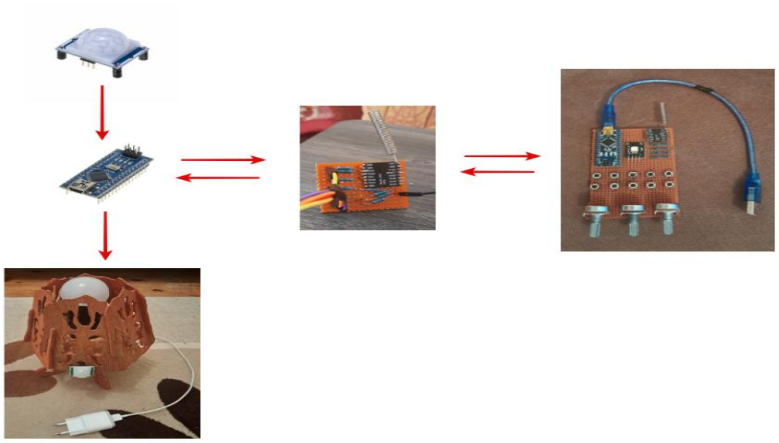
2. YÖNTEM

Bu çalışmada, insanlarda gece ışık maruziyetini biyolojik açıdan güvenli sınırlar içerisinde kontrol edebilmek amacıyla sirkadiyen uyumlu, düşük lux seviyeli ve uzaktan izlenebilir bir aydınlatma sistemi tasarlanmıştır. Sistemde 5mm RGB LED'ler, TLC5940 sabit akım led sürücü entegresi, Mosfet ve direnç grubu, Arduino Nano mikrodenetleyici, LoRa haberleşme modülü ve PIR hareket sensöründen oluşmaktadır. Çalışmanın yöntemine ilişkin bileşenler aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

2.1.Donanım Yapılandırması ve Algoritma Şeması

Aydınlatma bileşeni olarak ortak anot 5 mm RGB LED'ler kullanılmış, her LED kanalı TLC5940 ile sabit akım modunda sürülmüştür ve Mosfet-direnç grubu ile sürme yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Donanımların beslemesi için 5V 2A adaptör kullanılmıştır.

TLC5940'ın 12 bit PWM çözünürlüğü, özellikle düşük aydınlatma seviyelerinde gereksinim duyulan hassas ışık kontrolü sağlamaktadır (Texas Instruments, 2013). Haberleşme için 433 MHz LoRa modülü tercih edilmiştir ve ebeveyne PIR hareket sensörü verisini göndermesini sağlamıştır. PIR sensörü, odadaki hareket değişimlerini algılayarak ışığın otomatik olarak tetiklenmesini sağlamıştır. Aynı zamanda ebeveyn kumandasında bulunan butonlar ve 3 adet potansiyometre ile istenilen RGB renk ayarlamaları, kullanıcı1 ve kullanıcı2 olmak üzere kaydedilebilir kişiselleştirilmiş özellikler, başta uyku ışık geçişi senaryosu olmak üzere farklı ışık senaryolarıyla geniş bir kullanım alanı sunmaktadır.



Şekil 1. Devre Algoritma Şeması

2.2. Yazılım ve PWM Kontrol Algoritması

Arduino Nano yazılımı, LED'lerin ışık geçişlerinde sirkadiyen ritme uygun şekilde ayarlamak üzere yazılmıştır. PWM frekansı 1 kHz'in üzerinde tutulmuş, böylece düşük frekans titreşimlerinin (flicker) insan gözü üzerindeki etkisi minimize edilmiştir (Wilkins et al., 2010). Işık geçişlerinde PWM değerleri kademeli olarak azaltılarak insan gözünün algısı için Gamma düzeltmesi yapılıp yumuşak geçiş sağlanmıştır. TLC5940 entegresi ve Arduino Nano PWM uyumu için çıkışların her biri Arduino seri port ekranından veri göndererek doğrudan LED grubunun anotlarına ampermetre bağlanıp akım kalibrasyonu yapılmıştır. Mosfet-Direnç grubuyla sürmede 3 adet logic level mosfetin gate bacaklarına uygulanacak PWM değerleriyle renk geçişleri sağlanmıştır. LoRa haberleşmesi half-duplex modunda çift yönlü yapılmıştır.

2.3. Deneysel Düzenek ve Hesaplamalar

Kullanılacak LED cinsi ve sayısı hesaplanırken Brown, T. M. ve diğerlerinin yapmış olduğu araştırmaya göre akşam vaktinde göz seviyesinde ve dikine ölçümde aydınlatma değerinin 10 lux'ü geçmemesi önerilmektedir. Bu kriterler doğrultusunda LED tipi yüksek güçlü, parlak veya gündüz tipi aydınlatma LED'leri değil de düşük şiddetli, loş aydınlatma sağlayan 5 mm RGB LED'lerin kullanımı tercih edilmiştir (Brown et al., 2022).

5 mm RGB LED'lerin ışık şiddeti datasheet verilerinde beyaz için 2.2 cd olarak verilmiştir. Yarı aydınlatma açısı 20° kabul edilerek LED'in ışık akısı yaklaşık 0.83 lm olarak hesaplanmıştır. Kullanılan 12 adet LED'in toplam ışık akısı 12x0.83= 9.96 lm hesaplanıp bu durumda yaklaşık 10 lm olmaktadır. Yerden 1 m yükseklikte ve yatağın yanına başucuna koyulması, 1 m² aydınlatma alanı varsayımı ile bu değer yaklaşık 10 lux aydınlık düzeyi oluşturmakta olup, Brown ve arkadaşları tarafından önerilen gece ortamı için maksimum 10 lux sınırını aşmamaktadır (Brown et al., 2022).

Deneysel testler, geliştirilen akıllı gece lambası devresinin LED sürüş kararlılığını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için yalnızca dijital bir multimetre kullanılmıştır. Multimetre; LED kanallarındaki akımı, güç kaynağı çıkış gerilimini ve TLC5940 ile MOSFET-direnç tabanlı sürüş devrelerinin akım değişimini karşılaştırmak amacıyla paralel konfigürasyonlarda bağlanmıştır.

Ölçümlerde her LED kanalı için %25, %50, %75 ve %100 PWM değerlerinde akım değişimleri kaydedilmiştir. TLC5940 sabit akım sürücüsünün sağladığı akım stabilitesi, aynı koşullarda MOSFET ve direnç tabanlı kontrol devresi ile karşılaştırılmıştır. Ek olarak, güç kaynağı geriliminin LED parlaklığına etkisini görmek için farklı yüklenme seviyelerinde adaptör çıkışı izlenmiştir. Ölçümler her ayar değişiminde kısa süreli kararlı hâl beklenerek yapılmış ve tüm değerler multimetre üzerindeki anlık okumalardan elde edilmiştir.

3. BULGULAR

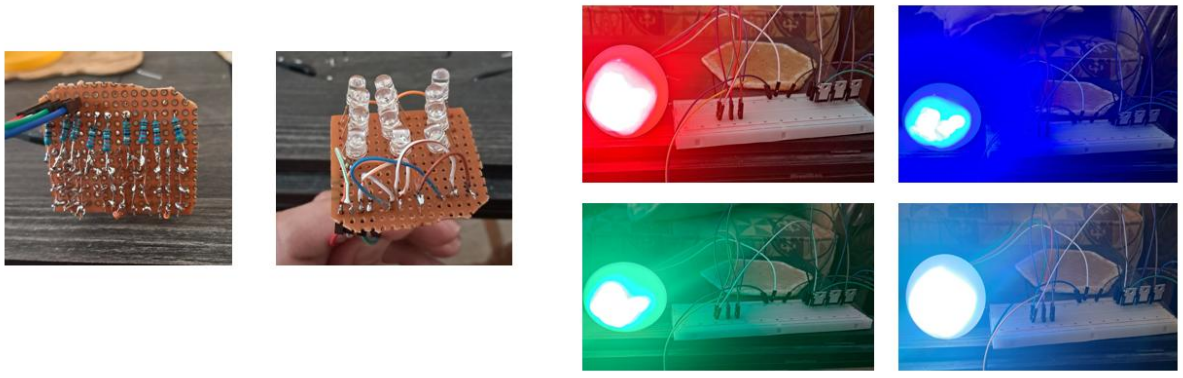
Bu çalışmada, düşük güçlü 12 adet RGB LED'in gece aydınlatması uygulamalarında MOSFET tabanlı sürücü ve TLC5940 entegresi kullanılarak performansları karşılaştırılmıştır. Deneysel ölçümler, her iki sürücü yaklaşımının akım kararlılığı, renk doğruluğu ve ışık şiddeti üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Ölçümler multimetre ile yapılmış ve hesaplamalar LED parametrelerine göre yapılmıştır.

3.1. Ledlerin Mosfet-Direnç Grubu ile Sürülmesi

MOSFET tabanlı sürücü ile 12 RGB LED, 4'erli paralel üç grup hâlinde düzenlenmiştir. Her paralel grubun renk kanalı için ayrı dirençler hesaplanmış ve devreye eklenmiştir. Direnç değerleri her grupta 4 adet 20mA olduğu için 80mA grup akımına ve LED'lerin ileri yön voltajına göre belirlenmiştir. Hesaplanan dirençler standart dirençlere yakın olanı kullanılmıştır.

Tablo 1. Mosfetli Sürmede Direnç Hesabı

Renk	VF (V)	I_hedef (mA)	Hesaplanan R (Ω)	Standart R (Ω)
Kırmızı	2.0	80	37.5	39
Yeşil	3.2	80	22.5	22
Mavi	3.2	80	22.5	22



Resim 1. Mosfet-Direnç Grubuyla Oluşturulan Devre ve Renk Eldesi

PWM değerleri değiştirilerek parlaklık kontrolü sağlanmış, Adaptör 5V ve GND arasına voltmetre kademesinde bağlanan multimetre ile ölçülen gerilim değerleri aşağıdaki şekilde elde edilmiştir:

Tablo 2.PWM Değerlerine Göre Voltaj Değerleri

PWM/Duty Cycle	Kırmızı(V)	Yeşil(V)	Mavi(V)
%25	0.56	2.25	2.15
%50	1.85	2.91	2.85
%75	3.10	3.60	3.57
%100	4.44	4.28	4.30

Ledlerin ortak anot uçları ve Adaptör 5V arasına multimetre bağlanarak Amper kademesinde DC modunda akım değerleri ölçülmüştür. PWM değerleri değiştirilerek değerler aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Tablo 3.PWM Değerlerine Göre Akım Değerleri

PWM/Duty Cycle	Kırmızı(mA)	Yeşil(mA)	Mavi(mA)
%25	32.7	38.8	37.8
%50	65.9	80	77.1
%75	101	122.5	118.5
%100	137	166	160

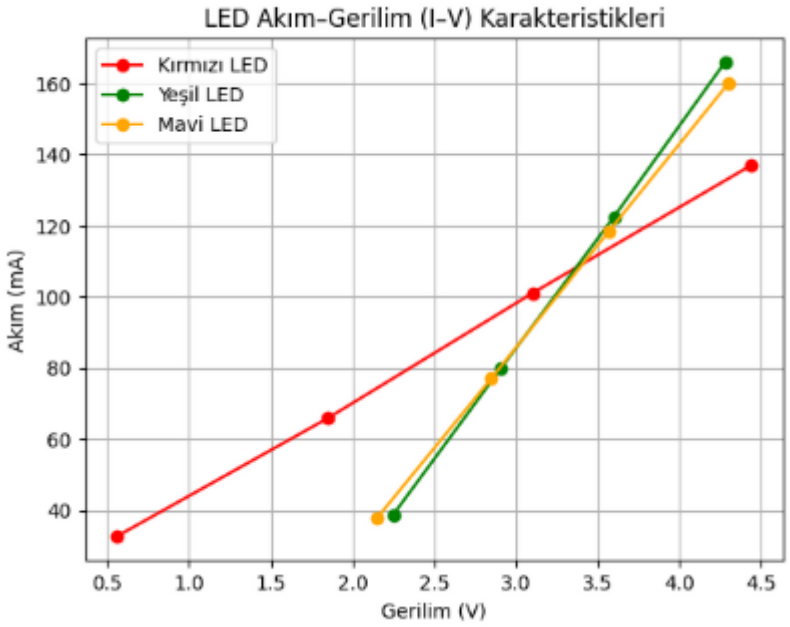
Bu veriler, paralel LED gruplarında PWM ile parlaklık kontrolü sağlanmasına rağmen, yüksek PWM değerlerinde kanallar arası akım farklılıkları ve direnç kaynaklı güç kayıplarının gözlendiğini göstermektedir. Bu durum, MOSFET ve seri dirençten oluşan sürücülerin renk doğruluğu ve sabit akım sağlama açısından sınırlılık taşıdığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4. PWM ve R/G/B Toplam Akım & Işık Akısı

PWM	R I_tot (mA)	R Φ_tot (lm)	G I_tot (mA)	G Φ_tot (lm)	B I_tot (mA)	B Φ_tot (lm)
%25	32.7	0.1461	38.8	0.3756	37.8	0.0844
%50	65.9	0.2944	80	0.7744	77.1	0.1722
%75	101	0.4512	122.5	1.1859	118.5	0.2647
%100	137	0.6121	166	1.6070	160	0.3574

Tablo 5.PWM ve R/G/B Toplam Akım & Işık Akısı

PWM	Φ_all (lm)	lux_1m (lx)	I_all (mA)	P_total(W)
%25	0.3395	0.3395	109.3	0.546
%50	0.6951	0.6951	223.0	1.115
%75	1.0651	1.0651	342.0	1.710
%100	1.4429	1.4429	463.0	2.315



Grafik 2. Mosfet ve Dirençli Sürme Devresinde Akım-Gerilim Grafiği

Bu çalışmada Mosfet-direnç grubu ile kontrol edilen üç paralel RGB LED grubunun elektriksel davranışı, akım-parlaklık ilişkisi ve renk kanalları arasındaki performans farkları deneysel olarak incelenmiştir. İlk olarak her paralel LED grubu için gerekli seri direnç değerleri LED'in ileri yön gerilimi (VF) ve hedeflenen kanal akımı temel alınarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, LED'lerin akım sınırlamasının doğru aralıkta gerçekleştirildiğini doğrulamaktadır.

PWM ile parlaklık kontrolü uygulandığında LED gruplarına ait uç gerilimleri PWM yüzdesiyle birlikte artmış ve Mosfet'in iletimine bağlı olarak doğrusal olmayan bir çıkış grafiği ortaya çıkmıştır. Kırmızı kanal düşük VF nedeniyle düşük PWM seviyelerinde daha hızlı gerilim artışı gösterirken, yeşil ve mavi kanallar 3.2 V'luk VF değerlerinden dolayı %50 PWM seviyesine kadar daha sınırlı bir gerilim artışı sergilemiştir. Ölçülen akım değerleri incelendiğinde tüm renk kanallarında PWM yüzdesiyle birlikte artan bir eğilim gözlenmiş;

ancak yeşil kanalın 166 mA değeriyle en yüksek akımı çektiği belirlenmiştir. Bu durum, farklı VF değerlerine sahip LED renk kanallarının aynı PWM ve direnç koşullarında aynı akımla sürülemediğini ve MOSFET ve direnç yaklaşımının sabit akım sağlayamadığını göstermektedir.

Işık akısı hesaplamalarında da akımla doğru orantılı olduğu görülmüştür ve yine benzer bir eğilim ortaya çıkmış, özellikle yeşil kanalın hem akım hem ışık akısı açısından baskın olduğu görülmüştür.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, MOSFET ve seri direnç kombinasyonunun düşük maliyetli ve basit bir LED sürme yöntemi olmakla birlikte, RGB sistemlerde renk dengesizliği, sabit akım sağlayamama ve yüksek PWM seviyelerinde kanal bazlı akım sapmaları gibi sınırlılıklar içerdiği görülmektedir. Özellikle yeşil LED'in yüksek ışık verimi ve düşük akım sınırlamasına karşı hassas davranışı nedeniyle beyaz ışık üretiminde renk sıcaklığının PWM ile birlikte kaydığı görülmektedir. Bu nedenle, hassas renk kontrolü gerektiren uygulamalarda MOSFET ve direnç yaklaşımının yetersiz kalabileceği ve sabit akım sürücülerinin tercih edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

3.2. TLC5940 ile LED Grubunun Sürülmesi

RGB LED'lerin sabit akım ile sürülmesi için bu çalışmada TLC5940 kullanılmıştır. TLC5940, 16 adet bağımsız sabit akım çıkışına ve 12 bit PWM çözünürlüğüne sahip bir LED sürücü entegresidir. Entegre akım akırtma (sink) prensibiyle çalıştığı için LED'lerin anotları 5V beslemesine, katotları ise TLC5940 çıkış pinlerine bağlanmaktadır. Böylece LED üzerinden geçen akım doğrudan entegre tarafından toprak yönüne çekilir ve tüm kanallarda sabit akım sağlanır. Entegrenin tüm kanallardaki maksimum akım değeri, IREF pinine bağlanan direnç ile belirlenmektedir. TLC5940'ın çıkış akımının "39.06 sayısının IREF direncine bölünmesiyle" hesaplanır.

Bu çalışmada kullanılan toplam 12 RGB LED'in her bir rengi ayrı bir TLC5940 kanalına sürülmüş ve sistemin toplam LED akımı 720 mA olarak hedeflenmiştir. 16 kanalın 12 kanalı kullanıldığı için her bir kanalın yaklaşık 60 mA akım sağlaması gerekmektedir. Bu hedef akım değerine göre datasheette belirtilen IREF direnci hesaplandığında, "39.06 değerinin 0.06 A'ya bölünmesiyle yaklaşık 651 ohm" elde edilmektedir. Bu nedenle pratikte 650 ohm civarında bir IREF direnci kullanılarak TLC5940 kanallarının her birinde 60 mA'lık sabit akım sağlanmıştır.

Arduino Nano ile TLC5940 arasındaki kontrol bağlantıları, entegre kütüphanesinin standart pin düzenine göre yapılandırılmıştır. Bu kapsamda GSCLK sinyali D3'e, seri giriş SIN pini D11'e, BLANK pini D10'a, XLAT pini D9'a ve saat sinyali SCLK pini D13'e bağlanmıştır. Arduino Nano'nun PWM çözünürlüğü 8 bit (0–255), TLC5940'ın ise 12 bit (0–

4095) olduğundan, iki sistem arasında parlaklık adımlarının uyumlu olması için kalibrasyon yapılması gerekmektedir. Bu nedenle Arduino tarafından üretilen tek bir PWM adımının TLC5940 tarafında yaklaşık 16 adımlık karşılık oluşturması sağlanmış ve geçiş adımlarının 16 kat ölçeklenmesi sayesinde düşük parlaklık seviyelerinde ortaya çıkan titreme, sıçrama önemli ölçüde azaltılmıştır.

TLC5940 her ne kadar kanal başına dijital parlaklık düzeltmesi sağlasa da kırmızı, yeşil ve mavi LED'lerin ileri yön gerilimlerinin birbirinden farklı olması, renk kanallarının hassas parlaklık geçişleri için ek bir kalibrasyona ihtiyaç duyar. Bu nedenle Ledlerin ortak anot uçlarına ve Adaptör 5V ucu arasına bağlanan ampermetre ile bağlanmış, her kanal Arduino üzerinden bağımsız olarak PWM değerleri kontrol edilmiş, ampermetrede görülen anlık akım değerlerine göre kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Bu yapı sayesinde LED'lerin hem renk doğruluğu hem de biyolojik ışık senaryoları için gerekli düşük lux seviyelerinde kararlı çalışma koşulları sağlanmıştır.

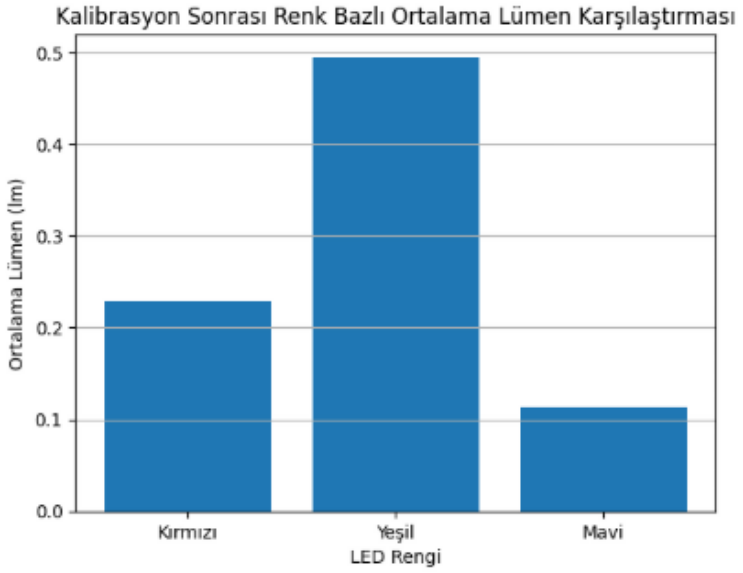
```
#include <Tlc5940.h>

// --------------------------------
// KALİBRASYON TABLOSU (% → katsayı)
// --------------------------------
float calib[16] = {
  0,     // boş
  0.85,  // 1 red
  0.75,  // 2 green
  0.69,  // 3 blue
  0.86,  // 4 red
  0.77,  // 5 green
  0.00,  // 6 blue
  0.86,  // 7 red
  0.75,  // 8 green
  0.71,  // 9 blue
  0.77,  // 10 red
  0.76,  // 11 green
  0.86,  // 12 blue
  0.85,  // 13 red
  0.78,  // 14 green
  0.70   // 15 blue
};

// Kanal hesaplama
int R(int n){ return (n-1)*3+1; }
int G(int n){ return (n-1)*3+2; }
int B(int n){ return (n-1)*3+3; }
```

```
// --------------------------------
// KALİBRASYONLU SET FONKSİYONU
// --------------------------------
void setCalibrated(int ch, int value) {
  if (ch == 6) return;  // bozuk kanal
  int v = value * calib[ch];
  if (v > 4095) v = 4095;
  if (v < 0) v = 0;
  Tlc.set(ch, v);
}

// Tüm LED'lere uygula
void setAll(int r, int g, int b){
  for(int led=1; led<=5; led++){
    setCalibrated(R(led), r);
    setCalibrated(G(led), g);
    setCalibrated(B(led), b);
  }
  Tlc.update();
}

void setup() {
  Tlc.init(1);  // FAST PWM
}
```

Resim 2. Arduino üzerinden kanal PWM kalibrasyonu

Tablo 6. Kalibre edilmiş kanallardan elde edilen Akım, Güç ve Lümen Değerleri

Kanal	PWM	Renk	Akım(mA)	Güç(W)	Lümen(lm)
Out1	%85	Kırmızı	51.1	0.2555	0.228
Out2	%75	Yeşil	51.1	0.2555	0.494
Out3	%69	Mavi	51.1	0.2555	0.114
Out4	%86	Kırmızı	51.1	0.2555	0.228
Out5	%77	Yeşil	51.4	0.2570	0.497
Out6	%70	Mavi	51.3	0.2565	0.114
Out7	%86	Kırmızı	51	0.2550	0.227
Out8	%75	Yeşil	51.1	0.2555	0.494
Out9	%71	Mavi	51.3	0.2565	0.114
Out10	%77	Kırmızı	51.3	0.2565	0.229
Out11	%76	Yeşil	51	0.2550	0.493
Out12	%86	Mavi	51.1	0.2555	0.114
		Toplam:	613.8mA	3.07W	3.35lm



Grafik 3. Deneysel Verilere Göre Renk Bazlı Ortalama Lümen Grafiği

TLC5940 ile sürülen LED kanallarında yapılan kalibrasyon ölçümleri, entegre tarafından sağlanan sabit akım yapısının tüm kanallar boyunca oldukça tutarlı bir performans sergilediğini göstermektedir. Kanal ayarlamaları maksimum akım değerinden biraz az değerlere ayarlanıp güvenli çalışma sınırları içinde ölçümler yapılmıştır. Tablo 6'da görüldüğü üzere her bir çıkış kanalında akım değeri yaklaşık 51–51.4 mA aralığında seyretmiş olup, bu durum IREF direnci ile hedeflenen 60 mA seviyesine yakın ve güvenli çalışma sınırları içerisinde kararlı bir akım dağılımının elde edildiğini göstermektedir. PWM değerleri kanal bazında küçük farklılıklar gösterse de (örneğin kırmızı kanalda %85–%86, yeşil kanalda %75–%77, mavi kanalda %69–%71), bu farklılıklar LED renklerinin farklı ileri yön gerilimlerine ve ışık verimliliklerine göre yapılmış ince kalibrasyon ayarlarından kaynaklanmaktadır. Bu PWM ayarlamaları sayesinde tüm LED kanallarının benzer akım seviyelerinde çalışması sağlanmış, böylece renk dengesini bozan aşırı parlaklık farkları giderilmiştir.

Güç hesaplamaları incelendiğinde her bir kanalın yaklaşık 0.255W güç tükettiği görülmektedir. Bu sonuç, sabit akım sürücüsünün hem güç kararlılığı hem de termal yönetim açısından MOSFET–direnç tabanlı sürücülere göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca difüzör kayıpları hesaba katılmış ışık akısı değerleri değerlendirildiğinde kırmızı LED'lerin kanal başına 11.25 lm, yeşil LED'lerin 22.5 lm ve mavi LED'lerin 4.5 lm ürettiği görülmektedir. Bu değerler RGB LED'lerin bilinen spektral verimlilik yapılarıyla uyumludur; yeşil LED'ler en yüksek lümen verimine sahip olurken mavi LED'ler en düşük verimi göstermektedir. Kalibrasyon sonrasında tüm LED kanallarının aynı akım düzeyine çekilmiş olması, elde edilen lümen değerlerinin renkler arası karşılaştırılabilir olmasını sağlamış ve bu sonuç, düşük lux seviyelerinde biyolojik ışık senaryoları oluşturmak için gerekli olan renk doğruluğunun başarıyla sağlandığını göstermiştir.

Bu bulgular, TLC5940'ın sabit akım mimarisinin LED parlaklık kararlılığı üzerinde önemli bir iyileşme sağladığını; akım dengesizliklerinin, direnç kaynaklı doğruluk kayıplarının ve PWM tabanlı MOSFET sürücülerde görülen renk kaymasının belirgin biçimde ortadan kalktığını ortaya koymaktadır. Böylece sistem, düşük güç tüketimi, yüksek renk doğruluğu ve uzun süreli stabil çalışmanın gerekli olduğu gece aydınlatma uygulamaları için uygun bir performans sergilemiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, düşük aydınlık seviyelerinde kullanılmak üzere sirkadiyen ritme uyumlu RGB LED tabanlı bir gece lambası tasarımı gerçekleştirilmiştir. İhtiyaç duyulan toplam ışık akısı hesaplanmış, 12 adet RGB LED kullanılmasıyla hedeflenen 10 lx sınırını geçmeden yeterli aydınlık seviyesine ulaşılabileceği gösterilmiştir. Ölçülen akım değerleri ile TLC5940'ın

sağladığı sabit akım sürüş kabiliyeti birlikte değerlendirildiğinde, LED başına ortalama 20 mA akım gereksiniminin TLC5940'ın IREF değeri üzerinden güvenli bir şekilde ayarlanabildiği görülmüştür. TLC5940'ın 12-bit PWM çözünürlüğü sayesinde düşük parlaklık seviyelerinde titreşim ve ışık sıçraması gibi istenmeyen etkiler en aza indirilmiş; Arduino Nano ile Tlc5940 entegresinin PWM kalibrasyonu yazılımsal olarak yapılmış ve geçişlerdeki pürüzler azaltılmıştır. Ayrıca, kırmızı, yeşil ve mavi LED'lerin farklı ileri gerilim (Vf) değerlerinden kaynaklanan parlaklık dengesizlikleri, kanal bazlı kalibrasyon yapılarak giderilmiş ve her kanal için 51mA civarında kararlı akım elde edilmiştir.

Çalışmanın genel sonucu olarak, TLC5940'ın sabit akım sürüş kabiliyeti ve yüksek çözünürlüklü PWM yapısı, düşük ışık düzeylerinde dahi kararlı renk üretimi sağlamış; özellikle renk kayması ve parlaklık tutarsızlıkları gibi problemler büyük oranda azaltılmıştır. Sistemin küçük yapıda olması, gece lambası veya ortam aydınlatması gibi farklı düşük lux senaryolarında da kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, tasarımın taşınabilirliği ve düşük güç tüketimi, internetsiz herhangi bir konumda yüksek menzil iletişimi çocuk odası uygulamaları için önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında öneri olarak, ilerleyen aşamalarda sistemin farklı sensörlerle desteklenip kullanıcı konforunu arttıracak biçimde geliştirilebilir. Sonuç olarak, geliştirilen sistem hem düşük maliyetli hem de göz sağlığı için güvenli değerler arasında ışık kontrolü sağlayan, çocuk güvenliği ve uyku sağlığı açısından uygun bir prototip olarak başarılı bir şekilde ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science, 295*(5557), 1070–1073.

Brown, T. M., et al. (2022). Recommendations for light exposure at night and circadian health. *Sleep Medicine Reviews, 63*, 101612.

Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., Mager, R., Wirz-Justice, A., & Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diode (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology, 110*(5), 1432–1438.

Chellappa, S. L., Gordijn, M. C. M., & Cajochen, C. (2013). Can light make us bright? Effects of light on cognition and sleep. *Progress in Brain Research, 190*, 119–133.

Lunn, R. M., Blask, D. E., Coogan, A. N., Figueiro, M. G., Gorman, M. R., Hall, J. E., … Stevens, R. G. (2015). Health consequences of electric lighting practices in the modern world: A report on the National Toxicology Program's workshop. *Environmental Health Perspectives, 125*(1), 1–8.

Texas Instruments. (2013). *TLC5940: 16-channel LED driver with dot correction and grayscale PWM control* (Datasheet).

Wilkins, A. J., Veitch, J. A., & Lehman, B. (2010). LED lighting flicker and potential health concerns: IEEE standard PAR1789 update. *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, 171–178.

Zhao, J., et al. (2018). Effects of red light exposure on sleep quality and endurance performance of athletes. *Journal of Athletic Enhancement, 7*(1), 1–6.

SIFIR MALİYETLİ OLMAYAN VE MİKTAR REKABETİ YAPAN FİRMALAR DENGEDE NEYİ MAKSİMİZE EDER?

Prof. Dr. Merter MERT
Ankara Hacı Bayram Veli University, FEAS, Department of Economics, 06500, Beşevler, Ankara
ORCID: 0000-0001-5359-1041

ÖZET

Firmaların neyi maksimize edeceği literatürde farklı açılardan tartışılmıştır. Genel kabul gören ve standart bir ders kitabındaki açıklamada, firmanın kârını maksimize etmek amacıyla üretim yaptığı ve miktar kararını bu amaca göre verdiği ifade edilerek çözümleme yapılır. Halbuki yine literatürde tartışıldığı üzere, firmaların alternatif amaç fonksiyonlarının olması mümkündür. Bu çalışmanın amacı, miktar rekabeti yapan ve sıfır maliyetli olmayan iki firmanın dengede neyi maksimize edeceğini, sadece kârını maksimize edeceğini önceden varsaymaksızın incelemektir. Çalışmada, önce iki firmanın kâr ile toplam satış gelirinin bir birleşimini maksimize ettiği varsayılarak bir amaç fonksiyonu tanımlanmıştır. Buradan yola çıkarak maksimizasyon koşulu uygulanmış ve denge durumundaki üretim miktarları tespit edilmiştir. Ardından, sayısal bir örnek tasarlanmıştır. Örneğin çözümü için, iki oyuncunun (yani firmanın) iki stratejisinin kâr maksimizasyonu ve toplam gelir maksimizasyonu olduğu, kâr büyüklüğünün kazanç veya kayıp olarak tanımlandığı bir matris oluşturulmuştur. Dengedeki üretim miktarları, fiyatlar, ters talep denkleminin parametreleri ve sıfırdan farklı birim maliyet değerleri kullanılarak kazanç büyüklükleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler, oyun matrisine yerleştirilmiştir. Daha sonra, oyundaki hâkim strateji dengesi ve Nash dengesi saptanmıştır. Elde edilen bulgu göstermektedir ki, sıfır maliyetli olmayan ve miktar rekabeti yapan iki firma kârlarını değil toplam gelirlerini maksimize etmektedir. Sıfır maliyetli Cournot dengesinde kâr ile toplam gelir zaten eşit olmaktadır. Halbuki sıfır maliyetli olmayan miktar rekabetinde böyle bir eşitlik yoktur. Çalışmadaki sonuca göre, firmaların standart davranışının kâr maksimizasyonu olduğu fikrinin sorgulanması ve standart durumun toplam gelir maksimizasyonu olduğunun tartışılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cournot dengesi, Toplam gelir maksimizayonu, Kâr maksimizasyonu.

WHAT DO NON-ZERO-COST AND QUANTITY COMPETITION FIRMS MAXIMIZE IN EQUILIBRIUM?

ABSTRACT

What do firms maximize? This question has been discussed from different perspectives in literature. A generally accepted and standard textbook explanation states that the firm maximizes profits and bases its quantity decisions on this objective. However, as discussed in

the literature, it is possible for firms to have alternative objective functions. The purpose of this study is to examine what two firms competing in quantity and not having zero costs would maximize in equilibrium, without assuming that they would maximize only profits. In this study, an objective function is first defined assuming that the two firms maximize a combination of profit and total sales revenue. Based on this, the maximization condition is applied, and quantities of production in the equilibrium are determined. A numerical example is then constructed. To solve the example, a matrix is created where the two strategies of the two players (i.e., the firm) are profit maximization and total revenue maximization, and the magnitude of the profit is defined as either a gain or a loss. The magnitude of the profit is calculated using quantities of production in the equilibrium, prices, parameters of the inverse demand equation, and non-zero unit cost values. The calculated values are then inserted into the game matrix. Next, the dominant strategy equilibrium and the Nash equilibrium of the game were determined. The findings show that two firms competing in quantity, but not in zero-cost, maximize their total revenue, not their profits. In a zero-cost Cournot equilibrium, profit and total revenue are already equal. However, in non-zero-cost quantity competition, such equality does not exist. Based on the study's results, it is necessary to question the idea that firms' standard behavior is profit maximization and to argue that the standard situation is total revenue maximization.

Keywords: Cournot equilibrium, Total revenue maximization, Profit maximization.

GİRİŞ

İktisat literatüründe, firmaların temel amacının neyi maksimize edeceği farklı açılardan tartışılmıştır. Standart ders kitaplarında ve genel kabul görmüş iktisadi analizlerde, firmaların üretim miktarını belirlerken kâr maksimizasyonunu hedeflediği varsayılır. Ancak, literatürde bu temel varsayıma alternatif olabilecek amaç fonksiyonlarının varlığı da gösterilmiş (bkz. Baumol, 1958; Baumol, 1959) ve ampirik olarak da incelenmiştir (bkz. Amihud ve Kamin, 1979; Aronson, Lambert ve Tremblay, 2014).

Bu çalışma, Cournot (1897[1838])'deki gibi miktar rekabeti içinde olan fakat Cournot'dan farklı olarak sıfır maliyetli olmayan iki firmanın, denge durumunda neyi maksimize edeceğini, başlangıçta sadece kâr maksimizasyonunu varsaymaksızın incelemeyi amaçlamaktadır.

Çalışmanın analitik aşamasında, öncelikle iki firmanın amaç fonksiyonu, kâr ile toplam satış gelirinin bir bileşimi olarak tanımlanmıştır. Bu yeni amaç fonksiyonu kullanılarak maksimizasyon koşulları uygulanmış ve denge durumundaki üretim miktarları (Cournot-Nash dengesi) tespit edilmiştir.

Teorik analizin ardından, bulguları pekiştirmek amacıyla sayısal bir örnek tasarlanmıştır. Bu örnekte önce, iki firma (oyuncu) için kâr maksimizasyonu ve toplam gelir maksimizasyonu olmak üzere iki stratejiden oluşan bir oyun matrisi oluşturulmuştur. Ardından, dengedeki üretim miktarları, fiyatlar, ters talep denklemi parametreleri ve sıfırdan farklı birim maliyet değerleri kullanılarak her bir strateji bileşimi için firmaların kazanç büyüklükleri (kârları) hesaplanmıştır. Son olarak, Hesaplanan kazanç değerleri matrise yerleştirilerek oyundaki hâkim strateji dengesi ve Nash dengesi saptanmıştır.

MODEL

Model başlığı altında, sıfır maliyetli olmayan, miktar rekabeti yapan ve melez bir amaç fonksiyonuna sahip iki firmalı bir oligopolde yani düopolde dengedeki üretim miktarlarının neye eşit olacağı gösterilmiştir. Bu amaçla, Fershtman (1985), Fershtman ve Judd (1987), Mert (2018) ve Mert (2025) takip edilerek amaç fonksiyonu kâr ve toplam gelirin birleşiminin maksimizasyonu olarak tanımlanmıştır.

$$G_i = \beta_i \pi_i + (1 - \beta_i) P q_i \quad (1)$$

Burada, G amaç fonksiyonunu, β kâr maksimizasyonu amacına verilen ağırlığı, $(1 - \beta)$ toplam gelir maksimizasyonuna verilen ağırlığı, πkârı, P fiyatı, q firma üretim miktarını, Pq firmanın toplam gelirini ve alt indisler ise 1. ve 2. firmayı göstermektedir.

Her bir firmanın dengede hangi miktarda üreteceğini tespit etmek için aşağıdaki işlemler yapılır.

Her bir firmanın kârı (π_i), toplam geliri (TR_i) ile toplam maliyeti (TC_i) arasındaki farka eşittir.

$$\pi_i = TR_i - TC_i \quad (2)$$

$$\pi_i = P q_i - j_i q_i \quad (3)$$

j birim maliyeti temsil etmektedir.

Ters talep fonksiyonu şöyle tanımlanmıştır.

$$P = a + bQ, \quad b < 0 \quad (4)$$

Burada $b < 0$ olduğuna dikkat edilmelidir.

4 numaralı eşitlik 3 numaralı eşitlikte yerine konur.

$$\pi_i = (a + bQ) q_i - j_i q_i \quad (5)$$

Ayrıca, toplam üretim miktarı iki firmanın üretim miktarlarının toplamına eşittir.

$$Q = q_1 + q_2 \quad (6)$$

Böylece, 1 numaralı eşitlik aşağıdaki gibi yeniden yazılır.

$$G_1 = \beta_1(a + b(q_1 + q_2) - j_1)q_1 + (1 - \beta_1)\big(a + b(q_1 + q_2)\big)q_1 \quad (7)$$

$$G_1 = \beta_1 q_1 a + \beta_1 q_1^2 b + \beta_1 q_1 q_2 b - \beta_1 j_1 q_1 + q_1 a - q_1 \beta_1 a + q_1^2 b + q_1 b q_2 - q_1^2 \beta_1 b - q_1 \beta_1 b q_2 \quad (8)$$

Amaç fonksiyonun maksimizasyon koşulu için sırasıyla, q_1'e ve q_2'ye göre birinci türevinin sıfıra eşitlenmesi gereklidir.

Birinci firmanın hangi üretim miktarında amacını maksimize ettiğini hesaplayabilmek için 8 numaralı eşitliğin q_1'e göre türevi alınır ve sıfıra eşitlenir:

$$\frac{dG_1}{dq_1} = \beta_1 a + 2\beta_1 q_1 b + \beta_1 q_2 b - \beta_1 j_1 + a - \beta_1 a + 2q_1 b + b q_2 - 2\beta_1 q_1 b - \beta_1 q_2 b = 0 \quad (9)$$

$$\frac{dG_1}{dq_1} = -\beta_1 j_1 + a + 2q_1 b + b q_2 = 0 \quad (10)$$

$$q_1 = \frac{\beta_1 j_1 - a - b q_2}{2b} \quad (11)$$

11 numaralı eşitlik 1. firmanın tepki fonksiyonu olarak adlandırılır. Benzer şekilde 2. firmanın tepki fonksiyonu 12 numaralı eşitlikteki gibi yazılır.

$$q_2 = \frac{\beta_2 j_2 - a - b q_1}{2b} \quad (12)$$

12 numaralı eşitlik 11 numaralı eşitlikte yerine konur.

$$q_1 = \frac{\beta_1 j_1 - a - b\left(\frac{\beta_2 j_2 - a - b q_1}{2b}\right)}{2b} \quad (13)$$

$$q_1 = \frac{2\beta_1 j_1 - a - \beta_2 j_2}{3b} \quad (14)$$

Benzer şekilde, 11 numaralı eşitlik 12 numaralı eşitlikte yerine konur ve 15 numaralı eşitlik yazılır.

$$q_2 = \frac{2\beta_2 j_2 - a - \beta_1 j_1}{3b} \quad (15)$$

Böylece, modelin çözümü için gerekli olan denge üretim miktarları elde edilmiştir. Bu denge üretim miktarları kullanılarak izleyen başlıkta örnek oluşturulmuştur.

ÖRNEK

İşbirliği yapmayan ve miktar rekabeti yapan iki firma vardır: Firma 1 ve Firma 2. Bu firmaların kâr maksimizasyonu amacı ve toplam gelir maksimizasyonu amacı olmak üzere iki amacı vardır. Firmaların karşı karşıya olduğu ters talep fonksiyonu $P = 180 - 3Q$ olarak verilmiştir. Her iki firmanın birim maliyeti 10'dur. Kamu otoritesi, karar alıcıdır. Kamu otoritesi, eğer bu

iki firma kendi aralarında miktar rekabeti yapsaydı hangi miktarda üretim yapılması gerekirdi sorusuna cevap aramaktadır ve kaynak tahsisini bu cevaba göre yapmaktadır.

14 ve 15 numaralı eşitliklerden hatırlanacak olursa, $G_i = \beta_i \pi_i + (1 - \beta_i) P q_i$ şeklindeki amaç fonksiyonunun çözümlenmesi sonucunda her bir firmanın üretim miktarı şöyle hesaplanmaktaydı.

$q_1 = \frac{2\beta_1 j_1 - a - \beta_2 j_2}{3b}$

$q_2 = \frac{2\beta_2 j_2 - a - \beta_1 j_1}{3b}$

π kârı, β kâr maksimizasyonuna verilen ağırlığı, $1 - \beta$ toplam satış maksimizasyonuna verilen ağırlığı, $P = a + bQ; b < 0$ ters talep fonksiyonunu, j birim maliyeti, q firma üretim miktarını, Q toplam üretim miktarını ve alt indis 1. ve 2. firmayı göstermektedir.

2x2'lik bir oyun çerçevesinde hâkim strateji dengesini veya Nash dengesini çözümlemek için, önce bir oyun matrisi oluşturulur. Oyunda kazanç veya kayıp, büyüklük olarak kârdır. Oyuncuları, stratejileri, olasılıkları ve kazançları gösteren oyun matrisi Tablo 1'de ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.

		Firma 2	
Firma 1		$\beta = 1$	$\beta = 0$
	$\beta = 1$	i durumu (firma1'in kazancı, firma2'nin kazancı)	iii durumu (firma1'in kazancı, firma2'nin kazancı)
	$\beta = 0$	iv durumu (firma1'in kazancı, firma2'nin kazancı)	ii durumu (firma1'in kazancı, firma2'nin kazancı)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2.

		Firma 2	
Firma 1		$\beta = 1$	$\beta = 0$
	$\beta = 1$	i durumu $({\pi_1}^{i}, {\pi_2}^{i})$	iii durumu $({\pi_1}^{iii}, {\pi_2}^{iii})$
	$\beta = 0$	iv durumu $({\pi_1}^{iv}, {\pi_2}^{iv})$	ii durumu $({\pi_1}^{ii}, {\pi_2}^{ii})$

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 1 ve Tablo 2'de yer alan i, ii, iii ve iv durumuna ilişkin kâr hesaplamaları aşağıda gösterilmiştir.

i) $\beta_1 = 1$

$\beta_2 = 1$

$q_1{}^i = \frac{2.1.10-180-1.10}{3.(-3)} = \frac{-170}{-9} = 18{,}89$

$q_2{}^i = \frac{2.1.10-180-1.10}{3.(-3)} = \frac{-170}{-9} = 18{,}89$

$Q^i = q_1{}^i + q_2{}^i = 18{,}89 + 18{,}89 = 37{,}78$

$\pi_1{}^i = (180 - 3 \times 37{,}78) \times 18{,}89 - 10 \times 18{,}89 \cong 1.070$

$\pi_2{}^i = (180 - 3 \times 37{,}78) \times 18{,}89 - 10 \times 18{,}89 \cong 1.070$

ii) $\beta_1 = 0$

$\beta_2 = 0$

$q_1{}^{ii} = \frac{2.0.10-180-0.10}{3.(-3)} = \frac{-180}{-9} = 20$

$q_2{}^{ii} = \frac{2.0.10-180-0.10}{3.(-3)} = \frac{-180}{-9} = 20$

$Q^{ii} = q_1{}^{ii} + q_2{}^{ii} = 20 + 20 = 40$

$\pi_1{}^{ii} = (180 - 3 \times 40) \times 20 - 10 \times 20 = 1.000$

$\pi_2{}^{ii} = (180 - 3 \times 40) \times 20 - 10 \times 20 = 1.000$

iii) $\beta_1 = 1$

$\beta_2 = 0$

$q_1{}^{iii} = \frac{2.1.10-180-0.10}{3.(-3)} = \frac{-160}{-9} = 17{,}78$

$q_2{}^{iii} = \frac{2.0.10-180-1.10}{3.(-3)} = \frac{-190}{-9} = 21{,}11$

$Q^{iii} = q_1{}^{iii} + q_2{}^{iii} = 17{,}78 + 21{,}11 = 38{,}89$

$\pi_1{}^{iii} = (180 - 3 \times 38{,}89) \times 17{,}78 - 10 \times 17{,}78 \cong 948{,}21$

$\pi_2{}^{iii} = (180 - 3 \times 38{,}89) \times 21{,}11 - 10 \times 21{,}11 \cong 1.125{,}80$

iv) $\beta_1 = 0$

$\beta_2 = 1$

$q_1{}^{iv} = \frac{2.0.10-180-1.10}{3.(-3)} = \frac{-190}{-9} = 21{,}11$

$q_2{}^{iv} = \frac{2.1.10-180-0.10}{3.(-3)} = \frac{-160}{-9} = 17{,}78$

$Q^{iv} = q_1{}^{iv} + q_2{}^{iv} = 17{,}78 + 21{,}11 = 38{,}89$

$\pi_1{}^{iv} = (180 - 3 \times 38{,}89) \times 21{,}11 - 10 \times 21{,}11 \cong 1.125{,}80$

$\pi_2{}^{iv} = (180 - 3 \times 38{,}89) \times 17{,}78 - 10 \times 17{,}78 \cong 948{,}21$

Yukarıda yapılan hesaplamalar Tablo 2'ye yerleştirildiğinde Tablo 3 ortaya çıkar. Tablo 3'ten hareketle oyunun denge çözümü yapılabilir.

Tablo 3.

		Firma 2	
Firma 1		$\beta = 1$	$\beta = 0$
	$\beta = 1$	i durumu $(1.070 , 1.070)$	iii durumu $(948{,}21 , 1.125{,}80)$
	$\beta = 0$	iv durumu $(1.125{,}80 , 948{,}21)$	ii durumu $(1.000 , 1.000)$

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3'teki bilgilere göre şu tespitleri yapmak mümkündür:

Firma 2 için $\beta = 1$ iken, $1.125{,}80 > 1.070$ olması nedeniyle Firma 1 açısından $\beta = 0$ daha avantajlıdır.

Firma 2 için $\beta = 0$ iken, $1.000 > 948{,}21$ olması nedeniyle Firma 1 açısından $\beta = 0$ daha avantajlıdır.

Böylece, Firma 1 için hâkim strateji dengesi ve aynı zamanda Nash dengesi $\beta = 0$ durumudur.

Firma 1 için $\beta = 1$ iken, $1.125{,}80 > 1.070$ olması nedeniyle Firma 2 açısından $\beta = 0$ daha avantajlıdır.

Firma 1 için $\beta = 0$ iken, $1.000 > 948{,}21$ olması nedeniyle Firma 2 açısından $\beta = 0$ daha avantajlıdır.

Böylece, Firma 2 için hâkim strateji dengesi ve aynı zamanda Nash dengesi $\beta = 0$ durumudur.

O halde, bu oyunun çözümü $\beta = 0$ durumudur. Bunun anlamı, kâr maksimizasyonuna verilen ağırlık 0, fakat toplam gelir maksimizasyonuna verilen ağırlık 1 iken oyunda dengenin gerçekleşmesidir.

SONUÇ

Elde edilen bulgu, özellikle sıfır maliyetli olmayan ve miktar rekabeti yapan iki firmanın denge durumunda kârlarını değil, toplam gelirlerini maksimize ettiğini göstermektedir.

Standart sıfır maliyetli Cournot dengesinde kâr ile toplam gelir zaten birbirine eşitlenirken, sıfır maliyetli olmayan rekabet durumunda bu eşitlik ortadan kalkmaktadır. Bu sonuç, firmaların standart davranış biçiminin kâr maksimizasyonu olduğu yönündeki genel kabulü sorgulamayı ve standart durumun toplam gelir maksimizasyonu olduğu fikrinin akademik olarak daha derinlemesine tartışılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Amihud, Y., Kamin, J. (1979). Revenue vs. Profit Maximization: Differences in Behavior by the Type of Control and by Market Power. *Southern Economic Journal*, 45(3), 838-846.
Aronson, J. R., Lambert, P. J., Tremblay, V. J. (2014). The Potential for Short-Run Shifting of a Corporate Profits Tax. *Bulletin of Economic Research* doi: 10.1111/boer.12019, 1-15.
Baumol, W. J. (1958). On the Theory of Oligopoly. *Economica*, 25(99), 187–198.
Baumol, W. J. (1959). *Business Behavior, Value, and Growth*. New York: The Macmillan Company.
Cournot, A. (1897[1838]). Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth. (translated by Nathaniel T. Bacon). London: Macmillan & Co., Ltd., Norwood Press.
Fershtman, C., (1985). Managerial incentives as a strategic variable in duopolistic environment. *International Journal of Industrial Organization*, 3, 245-253.
Fershtman, C., Judd, K. L. (1987). Equilibrium Incentives in Oligopoly. *The American Economic Review*, 77(5), 927–940.
Mert, M. (2018). What does a firm maximize? A simple explanation with regard to economic growth. *International Journal of Engineering Business Management*, *10*, 1847979018815296.
Mert, M. (2025). *Kalkınma ve Büyüme İktisadı*. Nobel Yayıncılık.

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU (YÖK) TEZ VERİ TABANINDA YER ALAN KADIN KONULU TEZLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORCID ID: 0000-0002-6221-6208

ÖZET

Dünya nüfusu 8,23 milyar olup, kadınların oranı % 50'ye yakındır. Toplumların önemli gelişmişlik göstergelerinden biri de kadının toplumdaki yeridir. Kadın ailenin temel yapıtaşı, ekonomik kalkınmanın ana aktörlerinden biridir. Kadınların işgücüne katılımı, üretimi ve verimliliği arttırmakla birlikte, kadınların ekonomiye tam katıldığı ülkelerin genel olarak daha hızlı büyüdüğü ifade edilmektedir. Danimarka, Finlandiya, İsveç, Norveç gibi kadınların iş gücüne katılım oranı %70–80 oranında olan İskandinav ülkeleri hem dünyanın en yenilikçi hem de en yüksek kişi başına gelirine sahip ekonomileri arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, kadının güçlendiği, kadını merkeze alan yaklaşımlar geliştirebilen toplumlar daha üretken ve güçlü toplumlara dönüşebilir. Bu çalışmada Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları bağlamında Türkiye'de tez çalışmalarında kadın konusunun nasıl ele alındığını incelenmiştir. Bu çalışmaların ağırlıklı olarak "kadın istihdamı, girişimcilik, yoksulluk, eşitlik ve güçlenme" temalarında yoğunlaşmış olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Yükseköğretim Kurulu, Türkiye, Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Kadın

ANALYSIS OF WOMEN'S THESIS IN THE COUNCIL OF HIGHER EDUCATION THESIS DATABASE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT

The world's population is 8.23 billion, and the proportion of women is close to 50%. One of the most important indicators of societal development is the place of women in society. Women are the cornerstone of the family and a key driver of economic development. While women's participation in the workforce increases production and productivity, it is generally stated that countries where women fully participate in the economy grow faster. Scandinavian countries such as Denmark, Finland, Sweden, and Norway, with female labor force participation rates of 70–80%, are among the world's most innovative economies and boast the highest per capita incomes. In this context, societies that empower women and develop women-centered approaches can become more productive and powerful societies. This study examines how women's issues are addressed in dissertations in Türkiye within the context of the United

Nations (UN) Sustainable Development Goals. These studies are predominantly focused on the themes of "women's employment, entrepreneurship, poverty, equality, and empowerment."

Keywords: Council of Higher Education, Türkiye, United Nations, Sustainable Development Goals, Women

GİRİŞ

2030 yılına kadar geçerli olan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, acil olan sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları ele almak üzere 2015 yılında kabul edilmiştir. Birleşmiş Milletler'in 2030 Gündemi, sürdürülebilirliğe geçiş için küresel bir referans noktası görevi gören 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) ve 169 alt hedefi içermektedir (Weiland vd., 2021). Bu amaçlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir (UNDP, 2025) :

- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 1:*** Yoksulluğun tüm biçimlerini her yerde sona erdirmek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 2:*** Açlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 3:*** Sağlıklı ve kaliteli yaşamı her yaşta güvence altına almak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 4:*** Kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 5:*** Cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kız çocuklarını güçlendirmek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 6:*** Herkes için erişilebilir su ve atıksu hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 7:*** Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 8:*** İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 9:*** Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 10:*** Ülkelerin içinde ve arasındaki eşitsizlikleri azaltmak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 11:*** Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak,

- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 12:*** Sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 13:*** İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 14:*** Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 15:*** Karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak; çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunumunu durdurmak ve tersine çevirmek; biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 16:*** Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar tesis etmek, herkes için adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak,
- ***Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 17:*** Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak.

SKA'lar 2030 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma planlaması ve programlaması için kanıta dayalı bir çerçeve sunmaktadır. Uluslararası alanda yeni uygulamalar ortaya çıkmakta; değerlendirmeler, incelemeler, kılavuzlar ve yayınlardan oluşan bir katalog kullanılabilir durumdadır (Allen vd., 2018).

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının uygulanması, uluslararası toplumu, kaynakları ve toplumun her kesiminden paydaşları harekete geçirmesi beklense de, bu sürecin beklenen sonuçlarının neler olduğuna dair bir belirsizlik vardır. BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Ansiklopedisi'nde belgelenen deneyimleri ve ilerlemeleri eleştirel bir değerlendirmesini yapan Leal Filho vd. (2025) SKA3 (Sağlık ve Refah), SKA13 (İklim eylemi), SKA 16 (Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar) gibi bazı hedeflerin, diğerlerine kıyasla literatürde daha belirgin bir şekilde yer aldığı; bazı SKA'ların uygulanmasında önemli ilerlemeler görülürken, bazılarının önceliklendirilmediği veya kaynak yetersizliğinden muzdarip olunduğu tespit edilmiştir.

SKA'lar, geniş kapsamlı, evrensel, tutarsız, uygulanması ölçülmesi ve izlenmesi zor olduğu gerekçesiyle eleştirilmektedir. SKA'ları ve bunların sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini nicelleştirerek değerlendiren Bali Swain & Yang-Wallentin (2020) gelişmiş ülkelerin "sosyal ve çevresel faktörlere odaklanarak"; gelişmekte olan ülkelerin ise "ekonomik ve sosyal faktörlere odaklanarak" en çok fayda sağladığını ortaya koymaktadır.

SKA'ların aktörlük konusunda zayıf olduğu, hükümetlere sınırlı yükümlülükler getirdiği, işletmelere veya tüketicilere hiçbir yükümlülük getirmediği tespit edilmiştir (Spangenberg, 2017). Kolektif refahla uyumlu sağlıklı toplumlar geliştirmeyi hedefleyen SKA'lar insanların yaşamlarında belirgin bir fark meydana getirse de, yavaş, epizodik olduğu, sektörler arası koordinasyon ve entegrasyon açısından yetersiz ve coğrafi olarak izole kaldığı belirtilmektedir (Saxena vd., 2021).

Politika yapıcılar SKA'ları eş zamanlı, tutarlı ve bütünleşik bir şekilde uygulama zorluğuyla karşı karşıyadır. Uzmanlar, SKA'ların uygulanmasında kanıta ve bilime dayalı yaklaşımların benimsenmesi ihtiyacını; ortaya çıkan bilim ve bilginin ulusal uygulamaları etkili bir şekilde bilgilendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Allen vd., 2018).

Bu çalışma, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Tez Veri Tabanı'nda hâlihazırda kadın konulu tezlerin Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı bağlamında nasıl dağılım gösterdiğinin belirlenmesine yöneliktir; tezlerin içerik açısından incelenmesine dayanan nitel ve betimleyici bir araştırmadır.

ARAŞTIRMA

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Tez Veri Tabanı'nda yer alan kadın konulu lisansüstü tezlerin, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) bağlamında incelenmesi ve bulguların değerlendirilmesidir.

Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın kapsamına, Ekim 2025 itibariyle YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde erişilebilir durumdaki kadın çalışmaları, toplumsal cinsiyet temalı yüksek lisans ve doktora tezleri dâhil edilmiştir. Kadın çalışmalarının kesiştiği disiplinlerden (Eğitim Bilimleri, Hukuk, İletişim, İşletme, Kamu Yönetimi, Sağlık Bilimleri, Sosyal Bilimler, Sosyoloji, Psikoloji vb.) 201 tezin üretildiği görülmüştür.

Çalışmanın Metodolojisi

Bu çalışma, tezlerin içerik açısından incelenmesine dayanan nitel ve betimleyici bir araştırmadır. Nitel ve betimleyici araştırmalar, karmaşık toplumsal olguları açıklamaktan ziyade temel özellikleri görünür kılmaya, düzenli bir biçimde sınıflandırmaya ve mevcut durumun sistematik bir resmini sunmaya odaklanmaktadır. Mevcut dokümanlara veya gözlemlere dayalı olarak "olduğu şekilde" tanımlanmasını amaçlar, gerçekliğe en yakın ve yorumu en az içeren nitel bir yaklaşımdır. Araştırmacının temel amacı, veriyi mümkün olduğunca katılımcıların perspektifine sadık biçimde aktarmak ve inceleme konusu hakkında yalın ama analitik bir çerçeve sunmaktır (Sandelowski, 2000).

Tezlerin künyesi, özeti ve anahtar kelimeleri incelenmiş; temalar SKA maddelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu tezlerde ele alınan temalar, özellikle SKA 5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) olmak üzere, SKA 1, 3, 4, 8, 10 ve 16 gibi ilişkili amaçlar çerçevesinde sınıflandırılma yapılmıştır.

BULGULAR

Tezlerin çoğunluğunun Çalışma Ekonomisi, Endüstri İlişkileri, Ekonomi ve İşletme disiplinlerinde yoğunlaştığı, ancak Eğitim, Hukuk, Sağlık, Sosyoloji ve Yönetim Bilişim Sistemleri disiplinlerde de örnekler olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Tezlerin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Göre Dağılımı (yaklaşık)

SKA No	SKA Başlığı	İlişkilendirilen Tez Sayısı
1	Yoksulluğa Son	15
4	Nitelikli Eğitim	10
5	Toplumsal Cinsiyet Eşitliği	70
8	İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	50
9	Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı	8
10	Eşitsizliklerin Azaltılması	20
11	Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	5
12	Sorumlu Üretim ve Tüketim	10
16	Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	7
17	Amaçlar için Ortaklıklar	6

2019–2024 tarihleri aralığında tez sayısında belirgin bir artış olup; son yıllarda güncel konular olan dijital okuryazarlık, kadın girişimciliği gibi güncel başlıklara yönelme olduğu görülmektedir.

İlgili tezlerin nicel ve nitel yöntemler takip edilerek yapıldığı, alan çalışmaları, anketler, vaka çalışmaları, politika-analizleri ve bazı karşılaştırmalı/uluslararası örnekler içerdiği belirlenmiştir. Nicel ağırlıklı tezlerde ampirik makro analizler, anket, panel veri kullanılırken; Nitel ağırlıklı tezlerde derin görüşmeler ve vaka çalışmaları kullanılmıştır. Bazı tezlerde nitel + nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Birçok tezde SKA 5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) ile ilgili atıf bulunurken; eğitim, insana yakışır iş, sağlık ve yoksulluk gibi SKA'ların daha geniş bağlamına sistematik referans nadiren yapıldığı belirlenmiştir. Dijitalleşme, çevresel sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma ile kadın çalışmaları arasında az sayıda bağlantı olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında YÖK Tez Veri Tabanında Yer Alan Kadın Konulu Tezlerin İncelenmesi (2025)

Tema	Açıklama	Uygun SKA	Örnek Tez Başlıkları (kısaltılmış)
Kadın İstihdamı İşgücü Katılımı	Kadın işgücü arzı, istihdam yapısı, sektörel dağılım, işgücüne katılımı etkileyen faktörler	SKA 5, SKA 8, SKA 10	Türkiye'de kadın işgücünün incelenmesi; Dijitalleşmenin kadın istihdamına etkileri
Kadın Yoksulluğu Sosyal Politika	Kadın yoksulluğu, sosyal yardım programları, mikro kredi, kalkınma politikaları	SKA 1, SKA 5, SKA 10, SKA 16	Kadın yoksulluğu: Azerbaycan örneği; Kadın yoksulluğunu azaltmada kadın kooperatiflerinin rolü
Kadın Girişimciliği	Girişimcilik motivasyonları, engeller, finansmana erişim, kadın kooperatifleri	SKA 5, SKA 8, SKA 4	Kadın girişimcilerin karşılaştığı sorunlar: İstanbul örneği; Kadın kooperatiflerinin sosyal gelişimdeki rolü
Kooperatifler ve Kırsal Kalkınma	Kadın kooperatifleri, kırsal kalkınma, üretime katılım	SKA 5, SKA 8, SKA 1, SKA 10	Kırsal kalkınmada kadın kooperatiflerinin önemi
Cam Tavan, Ayrımcılık, Örgütsel Engeller	Mobbing, ayrımcılık, cam tavan, ücret eşitsizliği	SKA 5, SKA 10, SKA 16	Cam tavan sendromu bağlamında örgütsel bağlılık; Algılanan cinsiyet ayrımcılığı
Kadın Akademisyenler Örgütsel Yapılar	Akademide kadın emeği, görünmez emek, çalışma koşulları	SKA 5, SKA 4, SKA 10	Kadın akademisyenlerin görünmeyen emeği
Eğitim, Sağlık ve Kadın	Kadın eğitimi ve sağlık, aile sağlığı, doğum izni, bakım emekleri	SKA 4, SKA 3, SKA 5	Kadın eğitimi ve aile sağlığı ilişkisi; Doğum izni politikalarının etkisi
Dijitalleşme ve Kadın	Dijital okuryazarlık, dijital girişimcilik, e-ticaret, Covid-19 sonrası dijital davranış	SKA 5, SKA 8, SKA 9	Kadın girişimcilerin dijital okuryazarlığı; Kadın tüketicilerin online davranışı
Pandemi ve Kadın	Covid-19'un işgücü, tüketici davranışı, bakım emeği üzerindeki etkileri	SKA 3, SKA 5, SKA 8	Covid-19'un kadın işgücü üzerindeki etkileri
Tüketici Davranışları & Kadın	Kadın tüketici tercihleri, marka değeri, online alışveriş	SKA 12, SKA 5	Kadın tüketicilerin online alışveriş bağımlılığı
Kadın Politikacılar Liderlik	Liderlik davranışları, kadın rol modelleri, siyasal katılım	SKA 5, SKA 16	Kadın politikacılar ve rol model etkisi
İş–Aile Çatışması Bakım Emeği	Annelik rolleri, iş-yaşam dengesi, hane içi emek	SKA 5, SKA 3, SKA 10	Kadın çalışanların annelik rolü; Hane içi görünmeyen kadın emeği

Tablo 2'de sürdürülebilir kalkınma bağlamında kadın konulu tezlerin hangi temalarda yer aldığı ve hangi en uygun SKA'lar ile ilişkilendirilebileceği sunulmuş; ilgili tezlerden bazılarının kısaltılmış başlıklarına yer verilmiştir. Tezlerdeki ana temalar aşağıdaki belirlenmiştir: Kadın İstihdamı / İşgücü Katılımı, Kadın Yoksulluğu / Sosyal Politika, Kadın Girişimciliği Kooperatifler ve Kırsal Kalkınma, Cam Tavan, Ayrımcılık, Örgütsel Engeller, Kadın Akademisyenler / Örgütsel Yapılar, Eğitim, Sağlık ve Kadın, Dijitalleşme ve Kadın, Pandemi ve Kadın, Tüketici Davranışları & Kadın, Kadın Politikacılar / Liderlik, İş–Aile Çatışması / Bakım Emeği

SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma özellikle düşük ve orta gelirli gelişmekte olan ülkeler ile Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan ve Türkiye gibi hızlı büyüyen ülkeleri ilgilendirmektedir. Kadının güçlendiği, kadını merkeze alan yaklaşımlar geliştirebilen toplumlar daha üretken ve güçlü toplumlara dönüşebilir. Danimarka, Finlandiya, İsveç, Norveç gibi kadınların işgücüne katılımı %70–80 oranında olan İskandinav ülkeleri hem dünyanın en yenilikçi hem de en yüksek kişi başına gelirine sahip ekonomileri arasında yer almaktadır.

YÖK tez veritabanında yer alan kadın konulu tezlerin "Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, Eşitsizliklerin Azaltılması" konularında yoğunlaşması, Bali Swain & Yang-Wallentin (2020) gelişmekte olan ülkelerin "ekonomik ve sosyal faktörlere odaklanarak" en çok fayda sağladığı sonucuyla örtüşmektedir. Ancak diğer SKA'lar konusundaki çalışmaların henüz az sayıda kaldığı görülmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma amaçları bağlamında kadınlar ile ilgili gölgede kalan temaları (örneğin, nitelikli eğitim, sorumlu üretim ve tüketim, iklimle mücadele, yeşil dönüşüm, dijitalleşme, yapay zekâ kullanımı gibi) ele alacak çalışmaların yaygınlaştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda bu çalışmaların çeşitli yurt içi ve yurt dışı paydaşların katılım sağlayabileceği çeşitli projelerle desteklenebilecek biçimde kurgulanması kadınların aktif olarak bu amaçlar doğrultusunda eğitilmesi, katılımı, istihdamı ve üretken hale getirilmesi açısından değerli olacaktır.

Gelecek çalışmalara yönelik konu ile ilgili araştırmacılar, kurum ve kuruluşlar, yöneticiler ve politika yapıcıların katkı sağlayabileceği bazı öneriler aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

- Dijital dönüşüm ve yapay zekâ bağlamında toplumsal cinsiyet araştırmaları artırılmalıdır.
- Gelişmekte olan ülkelerde SKA ilerlemesini etkileyen yapısal engeller araştırılmalıdır.
- Kadınların güçlenmesini odağa alan uygulamalı saha araştırmaları artırılmalıdır.
- Kadınların yeşil dönüşümdeki rolünü inceleyen çalışmalara öncelik verilmelidir.
- Kadınlarla ilgili SKA temaları bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.
- Paydaş katılımlı ve proje temelli araştırma modelleri teşvik edilmelidir.
- Politika simülasyonları ve veri temelli modellemeler yapılmalıdır.
- SKA çeşitliliğini artırmaya yönelik tematik araştırmalar yapılmalıdır.
- Ulusal veri altyapısının geliştirilmesine yönelik öneriler sunan çalışmalar yapılmalıdır.
- Ülkeler arası karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Allen, C., Metternicht, G., & Wiedmann, T. (2018). Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): A review of evidence from countries. Sustainability science, 13(5), 1453-1467.

Bali Swain, R., & Yang-Wallentin, F. (2020). Achieving sustainable development goals: predicaments and strategies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *27*(2), 96-106.

Leal Filho, W., Wall, T., Salvia, A. L., Ozuyar, P., Brandli, L. L., Azul, A. M., & Sharifi, A. (2025). Mapping the Implementation of the United Nations Sustainable Development Goals. *Sustainable Development*.

Sandelowski, M. (2000). Whatever happened to qualitative description?. Research in nursing & health, 23(4), 334-340.

Saxena, A., Ramaswamy, M., Beale, J., Marciniuk, D., & Smith, P. (2021). Striving for the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SKAs): what will it take?. *Discover Sustainability*, 2. https://doi.org/10.1007/s43621-021-00029-8.

Spangenberg, J. H. (2017). Hot air or comprehensive progress? A critical assessment of the SKAs. *Sustainable Development*, *25*(4), 311-321.

UNDP (2025). The SDGS in Action. https://www.undp.org/sustainable-development-goals

Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: transformative change through the sustainable development goals?. *Politics and Governance*, *9*(1), 90-95.

Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı (2025). Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

KÜRESEL TEHDİT KAPIDA: SİBER GÜVENLİKTE DERİNLEŞEN İŞGÜCÜ KRİZİ

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORCID ID: 0000-0002-6221-6208

ÖZET

Küresel olarak kamu sektörü, özel sektör ve bu sektörlerin dışında kalan kâr amacı gütmeyen sektörlerde hızlanan dijital dönüşüm çalışmaları, örgütleri kendi kapalı dünyalarından çıkararak çeşitli paydaşlarla iletişimini sürekli biçimde kurduğu, daha açık ve esnek bir hale getirmektedir. Dijital teknolojiler ve sistemlerin kullanımının artmasıyla, örgütler siber tehditler ve saldırılar ile karşı karşıya kalmaktadır. Ancak siber saldırılar ile başa çıkmada muazzam bir siber güvenlik işgücü açığının oluştuğu; küresel olarak 1 milyondan fazla boş siber güvenlik işinin var olduğu belirtilmektedir. Örgütler ve insanlar daha fazla hiper bağlantılı hale geldikçe, siber suçların karmaşıklığı ve ölçeği de artmaktadır. Küresel olarak derinleşen siber güvenlik işgücü kriziyle mücadele edilmesi amacıyla siber güvenlik alanında insan kaynağının geliştirilmesi, toplumların geleceği ve güvenliği açısından stratejik bir öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: küresel tehdit, dijital dönüşüm, siber güvenlik, işgücü açığı

GLOBAL THREAT IMMINENT: DEEPENING WORKFORCE CRISIS IN CYBERSECURITY

ABSTRACT

Digital transformation efforts are accelerating globally in the public, private, and nonprofit sectors, empowering organizations to emerge from their closed worlds and become more open and flexible, constantly communicating with various stakeholders. With the increasing use of digital technologies and systems, organizations are increasingly facing cyber threats and attacks. However, a significant cybersecurity workforce shortage has emerged to address cyberattacks, with over 1 million vacant cybersecurity jobs reported globally. As organizations and people become more hyperconnected, the complexity and scale of cybercrime also increases. Developing human resources in the field of cybersecurity to combat the deepening global cybersecurity workforce crisis is of strategic importance for the future and security of societies.

Keywords: global threat, digital transformation, cybersecurity, workforce shortage

GİRİŞ

Bilgi teknolojileri sistemleri var olduğundan beri, bu sistemlerdeki bilgi varlığının saldırılar gibi tehlikelere karşı korunması bir sorun olmuştur. Bu bağlamda, siber güvenlik, giderek daha

fazla örgüt tarafından kritik bir gereklilik olarak kabul edilmektedir (Furnell, 2021). Küresel olarak dijital teknolojilerin yaygınlaşması, gereklilikler arasında siber güvenliği önemli bir bileşen haline getirmiştir (Ramezanian & Niemi, 2024). Toplumların ve kurumların daha fazla hiper bağlantılı hale gelmesi, siber suçların ölçeğini ve karmaşıklığını artırarak, siber güvenlik işgücü ihtiyacını büyütmektedir (Burrell, 2018). Bununla birlikte, Covid-19 pandemisinin hızlandırdığı dijital dönüşüm çalışmaları nedeniyle, siber tehdit ortamı birçok örgüt ve insanı hazırlıksız yakalamış; siber güvenlik işgücü açığı kendini göstermiştir (Hulatt & Stavrou, 2021).

Küresel siber güvenlik işgücü açığı, dünyanın en acil sorunlarından biri olup; akut ve geniştir (Burley & Lewis Jr, 2019). Bu açık, ulusal güvenliği ve uluslararası rekabeti doğrudan etkileyen bir zorluk olup, en kritik bileşeni kalifiye personeldir (Dubov & Dubova, 2025). Küresel tahminler, doldurulmayı bekleyen 1 milyondan fazla siber güvenlik işi olduğunu ileri sürerken, devasa bir siber güvenlik işgücü açığını ortaya koymaktadır (Burrell, 2018). Bilgi Sistemleri Denetim ve Kontrol Derneği'nin (Information Systems Audit and Control Association-ISACA) 2015 Küresel Siber Güvenlik Durum Raporu'nda 129 ülkeden 3.400'den fazla ISACA üyesi ile gerçekleştirdiği anket sonuçlarına göre, katılımcıların %86'sı küresel bir siber güvenlik beceri açığı olduğunu; siber güvenlik uzmanı işe almayı planlayanların %92'sinin yetenekli bir aday bulmakta zorluk çekeceğini öngördüğünü paylaşmıştır (Chow vd., 2015).

Son raporlara göre siber güvenlik sektöründeki açığın 2,8 milyon ila 4,8 milyon siber güvenlik uzmanı arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Ağırlıklı kamu sektörünü etkileyen bu beceri açığı 2024 yılından 2025 yılına kadar %8 oranında artmıştır. World Economic Forum (2025) raporuna göre kamu sektöründe faaliyet gösteren örgütlerin %49'u siber güvenlik hedeflerini karşılamak için gerekli işgücüne sahip değildir.

Siber güvenliğe ihtiyaç duymayan hiçbir sektör olmaması nedeniyle siber güvenlik becerilerine en azından dolaylı olarak bağımlı olmayan hiçbir alan olmadığı ileri sürülebilir. Siber güvenlik işgücü açığı, siber güvenlik sektörünün her alanında mevcut olup, giriş seviyesindeki iş pozisyonlarından başlamak üzere kıdemli/deneyimli uzmanlara kadar çeşitli kademeleri kapsamaktadır. Bir dizi boş iş pozisyonunu inceleyen (Furnell, 2021) ilan edilen birçok rolün önemli sorumluluklar gerektiren, yüksek maaşlı işler olduğunu; kabul edilen sertifikaların çeşitli bir grup oluşturduğunu; giriş seviyesi işlerin sıklıkla daha fazla uygulama deneyimi talep ettiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada küresel olarak artan siber güvenlik işgücü açığı ortaya konularak, bu açığın işletmelere etkisi, çözüm yaklaşımları, yapay zekanın (YZ) işgücü açığının giderilmesinde nasıl

bir rol oynayabileceği, siber güvenlik işgücü çerçevesi ve eğitim müfredatının geliştirilmesi, siber güvenlik işgücü yeterliliği ve sertifikasyonu başlıklarına yer verilmiştir.

SİBER GÜVENLİK İŞGÜCÜ AÇIĞININ İŞLETMELERE ETKİSİ VE ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI

Modern örgütler, siber güvenlik rol ve sorumluluklarını destekleyecek nitelikli personel eksikliği nedeniyle ciddi bir kısıtlamayla karşılaşmaktadır (Furnell, 2021). Örgütlerin daha dayanıklı hale gelmesi bağlamında tüm sektörlerde siber güvenlik beceri açığı önemli bir zorluktur. Bu alandaki akut insan kaynağı kıtlığı, riskleri artırarak, örgütlerin üçte ikisinden fazlasını karmaşık siber saldırılar ve ihlallere karşı savunmasız bırakmaktadır (World Economic Forum, 2025). Örneğin, ABD'de fidye yazılımları, kimlik avı planları, oy kullanma usulsüzlükleri, veri ihlalleri gibi saldırılar ülkenin altyapısı ve dijital gizliliğini riske atmaktadır. Örgütler bu siber saldırılarla mücadele etmek ve güvenlik kalitesini artırmak için konumlanmaya ihtiyaç duymaktadır (McQuaid & Cervantes, 2019).

İnternet kullanımının yaygınlaşması,sosyal medyadaki büyük veri, nesnelerin interneti yoluyla bağlanan cihazların sayısının artması siber saldırı vektörlerini artırsa da, siber güvenlik işgücü açığı nedeniyle iş pozisyonlarının doldurulamaması şirketleri artan düzeyde siber güvenlik vakalarına maruz bırakmakta ve savunmasız bir durum içerisine düşürmektedir (Kose vd., 2021). Dünya çapında birçok şirket siber güvenlik sorunları yaşamaya başlamıştır. Örneğin, bir araç paylaşım ve teknoloji şirketi olan Uber, 2014 yılında yaklaşık 50.000 sürücünün verilerinin yetkisiz erişime uğradığını bildirmiş; 2016 yılında 57 milyon Uber tüketicisinin telefon numaraları, e-posta adresleri vb. kişisel verileri çalınmış; Uber, verileri imha etmeleri için bilgisayar korsanlarına 100.000 dolar ödemiş; 2017 yılına kadar düzenleyicileri veya tüketicileri bilgilendirmeyi kasıtlı olarak ihmal etmiştir (CNBC, 2017). Uber siber güvenlik vakası, hem kanıtlanmış ve etkili siber güvenlik kontrollerinin hem de uzman ihtiyacının önemini vurgulayan bir dizi kurumsal ve devlet güvenlik ihlallerinden biridir (Burrell, 2018).

Güvenlik gereksiniminin en üst düzeyde olduğu kritik altyapı alanlarını bile etkileyen bu işgücü açığı, örgütlerin siber güvenlik vakalarıyla başa çıkmak için potansiyel olarak hazırlıksız olduğunu ve güvenlik riski taşıdığını göstermektedir. Birleşik Krallık Siber Güvenlik İhlalleri (2019) araştırmasında vurgulandığı gibi birçok örgüt, siber güvenlik rolünün teknik gereksinimlerini tam olarak anlamadan gerekli becerilere sahip olduğunu varsayabilmektedir (Furnell, 2021).

Siber güvenlik işgücü eksikliğinin milyonları bulması siber güvenlik hazırlığının zayıflamasıyla birlikte bilgi güvenliği yeteneklerine güvenin azalmasına yol açabileceği ileri sürülmektedir. Çok sayıda anket, rapor ve çalışma, siber güvenlik profesyonellerinin

eksikliğinin küresel bir sorun olduğuna işaret etmekte; bu sayının artırılması için kapsamlı işe alım projeleri ve akademik ortaklıklar teşvik edilmektedir (Nobles, 2020).

Küresel siber güvenlik işgücü açığının büyümesi, yeni yetenek kaynaklarının nasıl bulunacağına ilişkin araştırmaları da artırmaktadır (Burrell, 2018). Siber güvenlik daha karmaşık ve önemli hale geldikçe, örgütler teknik ayrıntılar ile işletmelerdeki etkisi arasındaki boşluğu kapatabilecek profesyonellere ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, World Economic Forum (2025) raporunda belirtildiği gibi siber güvenliğin gelişen taleplerini karşılamada, örgütlerin yalnızca %23'ü geleneksel siber niteliklerin ötesine bakarak, finans, hukuk ve iletişim gibi geleneksel olmayan geçmişlere sahip işgücünü işe almaktadır.

Siber güvenlik işgücü açığının kapatılmasında bilişim ve bilgi teknolojileri gibi geleneksel alanlardan gelmeyen profesyonellerden oluşan çok disiplinli bir işgücü havuzundan yararlanılabilir. Bu konuya özgü eğitim ve öğretim müfredatları geliştirilmesi, akademi ve endüstriye içgörü sağlamak amacıyla kapsamlı bir şekilde araştırılmalıdır. Hulatt & Stavrou (2021) çok disiplinli bir siber güvenlik işgücünün, beceri açığını giderebileceğini, dijital tehditlere karşı siber güvenlik müdahalesini geliştirebileceğini vurgulamaktadır.

Nitekim yenilikçi kurum ve kuruluşlar, bu sorunun üstesinden gelebilmek için şimdiye kadar göz ardı edilen azınlıklar ve kadınlardan oluşan yeni yetenek havuzlarından yararlanabileceklerini fark etmektedir (Burrell, 2018). Siber güvenlik işgücü eksikliği kısmen, kadınlar, Afro Amerikalılar ve Hispaniklerin eğitim/mesleki ortamlarda yeterince temsil edilmemesi ve siber güvenlik alanındaki çeşitlilik eksikliğine bağlanmıştır (Namukasa vd., 2023). Dubov & Dubova (2025) çalışmasında siber güvenlik yetenek havuzunun geleneksel olarak yeterince temsil edilmeyen gaziler, eşleri, kadınlar gibi gruplar ile genişletilebileceğini vurgulamaktadır. Namukasa vd. (2023) az temsil edilen azınlık öğrencileri, profesyonellerinden oluşan 23 katılımcıyla gerçekleştirdiği görüşmelerden elde ettiği verileri tematik analizini yaparak, siber güvenlik alanında çeşitliliği teşvik etmek amacıyla öğrenci, eğitim ve ortam özelliklerine uygulanabilecek 17 tema belirlemiştir.

Siber güvenlik işgücü açığı sorunu, sadece yeni yeteneklere ihtiyaçtan kaynaklanmamaktadır. Siber güvenlik rollerinin öngörülemezliği, aşırı beklentiler ve talepler, tükenmişliğe yol açtığı için işgücünü elde tutma sorunu da mevcuttur. Gartner (2023) tarihli raporunda 2025 yılına kadar siber liderlerin yaklaşık %50'sinin yeni işlere geçeceğini; %25'inin iş stresi nedeniyle tamamen farklı rollere geçiş yapacağını ifade etmiştir (World Economic Forum, 2025).

Siber risklere odaklanılması gereken düzenlemelerin yaygınlaşması, yönetim kurulları gibi kurumsal liderlerin siber riskleri anlamak için giderek daha fazla Bilgi Teknolojileri Yöneticisine başvurmasına yol açmaktadır. Siber Güvenlik Yıllık Toplantısı'nda (2024) Bilgi

Teknolojileri Yöneticileri ile yapılan bir anketin sonuçları %60'ının her yıl örgütün siber güvenlik duruşunu yönetim kuruluyla üç ila dört kez görüştüğünü göstermektedir.

Araştırmacılar ve uygulayıcılar, profesyonelleşme sorununu ele alarak siber güvenlik işgücünü iyileştirmek için çeşitli öneriler sunmaktadır. Siber güvenlik alanındaki iki önemli sorundan birincisi, siber güvenlik profesyonellerinin yetersizliği iken diğeri siber güvenlikte asgari giriş standartlarının eksikliğidir. Siber yetenek açığı hem kamu hem de özel örgütlerde yaygın halde olup, profesyonelleşmeyi artırmak için siber güvenliğe giriş standartlarına yönelik bir kararlılığa ihtiyaç vardır (Nobles, 2020).

McQuaid & Cervantes (2019) çalışmasında örgütlerin yeni çalışanlar çekmeleri ve elde tutmalarına yönelik önerileri arasında, öğrencilerin siber güvenlik farkındalığının artırılması, siber güvenlik kariyerlerinin teşvik edilmesi ve siber güvenlik akademisi kurulması yer almaktadır. Nobles (2020) meslek birliklerinin, siber güvenlik sektöründeki kritik beceri eksikliğini stratejik olarak belirleme, yenilikçi kanalları keşfetme, yetenek açığını giderme ve profesyonelleşme standartları oluşturma bağlamında ulusal stratejiler geliştirilmesine öncülük edecek liderlik, uzmanlık ve desteğe sahip olduğunu ifade etmektedir.

YAPAY ZEKÂNIN SİBER GÜVENLİK İŞGÜCÜ AÇIĞINA ETKİSİ

Siber güvenliğin üç temel bileşeninin insan kaynağı, süreçler ve teknoloji olduğu ifade edilmektedir. Etkili teknoloji kullanımı ve süreç uygulaması, yetenekli profesyoneller, teknolojik yeterlilikler ve siber güvenliğin kurumsal operasyonlardaki öneminin farkında olunmasına bağlıdır (Dubov & Dubova, 2025). Örgütlerdeki siber güvenlik savunmasının kötü niyetli faaliyetlere karşı reaktif bir mekanizma olarak devam etmesi, kötü niyetli siber aktörlerin saldırıları gerçekleştirmede stratejik avantaja sahip olmasına yol açmakta; insanlar, süreçler ve teknoloji arasında doğru denge bulunmasında zorluk yaşanmaktadır (Nobles, 2020).

Yeni nesil siber güvenlik işgücü için tamamlayıcı bir yetenek olarak YZ'yı kullanma ve karşı savunma becerileri geliştirme giderek önemli hale gelmektedir (World Economic Forum, 2025). YZ yetenekleri ticari siber güvenlik sistemlerine hızlı bir şekilde entegre edilmektedir. Bu nedenle siber güvenlik görevlerinin verimliliğini artırmada YZ'nın rolüne dair farkındalık kazanılması; siber güvenlik iş gücünün özellikle teknik siber güvenlik iş rollerine ait günlük operasyonlarında YZ araçlarının nasıl kullanılacağı hakkında eğitilmesi gerekmektedir (Gafni & Levy, 2024).

2024 Siber Güvenlik Yıllık Toplantısı odak grubuna katılanların yaklaşık %91'i, YZ'nın siber güvenlikte yeni roller meydana getirerek, olay müdahalesi gibi alanları geliştireceği konusunda hemfikir olmuştur. Karmaşık siber tehdit verilerini doğal dile çevirme kapasitesine sahip YZ, insan sermayesi ve eğitimini optimize edebilir, teknik açıdan bilgili analistlere bağımlılığı

azaltabilir (World Economic Forum, 2025). YZ uygulamaları, teknik ve yönetimsel rollerde siber güvenlik çalışanı açığını kapatmaya yardımcı olabilir; siber güvenlik personelinin iş yüklerini azaltarak, işlerinin daha stratejik yönlerine odaklanmalarını sağlayabilir (Gafni & Levy, 2024).

World Economic Forum (2025) raporuna göre katılımcıların %67'si, çalıştığı örgütte YZ becerilerine yapılan yatırımlardaki eksikliğin, mevcut eğitim ile gelişen talepler arasında bir kopukluğa işaret ettiğini belirtmiştir. Bu bağlamda eğitim müfredatlarının dinamik siber tehdit ortamı ve gelişen teknolojilere uygun biçimde sürekli güncellenmesi gerekmektedir.

Siber güvenlikle ilişkili rutin görevlerin otomatikleştirilmesinde YZ'nın rolünü araştırmak üzere Gafni & Levy (2024) keşifsel bir saha çalışması gerçekleştirmiş; teknik ve yönetimsel iki siber güvenlik iş rolü için temel görevleri belirlemiş ve bu görevlerin her birini yerine getirebilecek belirli ticari araçlar aramıştır. Bu araştırma sonucunda teknik iş rolünün 14 siber güvenlik görevinin tamamının; yönetimsel iş rolünün 17 görevinden yalnızca 11'inin YZ entegre yeteneklere sahip ticari siber güvenlik sistemleri tarafından gerçekleştirilebildiği tespit edilmiştir.

Siber güvenlik yetenek çerçevesinin üretken YZ gibi gelişen teknolojilerle eşleştirilmesi, güncelliğini ve uyarlanabilirliğini sağlamak için oldukça önemlidir (World Economic Forum, 2025). Rao & Elias-Medina (2024) mühendislik ve bilgisayar bilimleri öğrencileri için lisansüstü düzeyde, gerçek dünya sorunlarıyla bağlantılı “gömülü sistemler dersi tasarımı” geliştirmiştir. Nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları bağlamında siber güvenlik eğitim materyalleri oluşturan araştırmacılar, siber güvenlik beceri açığını kapatmaya yönelik bir yaklaşım sunmaktadır. Sağlık alanında elektronik sağlık kayıtları için model olarak parola korumalı bir MySQL veritabanı kullanılmış, SQL enjeksiyon saldırılarına karşı potansiyel güvenlik açıkları gösterilerek öğrencilerden anket verileri toplanmıştır. Bulgular, öğrencilerin siber güvenlik konularına ilişkin anlayışlarında önemli bir artış olduğunu, güven seviyelerinde %65'lik bir artış sağlandığını göstermektedir.

SİBER GÜVENLİK İŞGÜCÜ ÇERÇEVESİ VE EĞİTİM MÜFREDATININ GELİŞTİRİLMESİ

Dubov & Dubova (2025) ABD Savunma Bakanlığı gibi belirli kurumların siber güvenlik uzmanı işe alma stratejilerini, siber güvenlik işgücü açığını azaltma çabalarını, Ukrayna'nın Siber Güvenlik Stratejisi ile siber güvenlik işgücü açığını gidermeye yönelik stratejik yaklaşımını değerlendirmiştir. Bu bağlamda Ukrayna ulusal stratejik belgelerinde bu konuya yeterince yer verilmediğini tespit etmiştir. Ukrayna’da seferberliğin, güvenlik ve savunma sektörlerindeki bazı personel sorunlarının giderilmesine yardımcı ettiği; etkili politika

geliştirilmesi önündeki en önemli engellerden birinin, kapsamlı istatistiksel verilerin eksikliği olduğu vurgulanmıştır.

2024 yılı "Stratejik Siber Güvenlik Yetenek Çerçevesi" örgütlerin sürdürülebilir yetenek havuzları oluşturmasına yardımcı olmayı amaçlayan ulaşılabilir aşağıdaki gibi yaklaşımları içermektedir (World Economic Forum, 2025):

- çalışanlara ilham veren, motive eden bir kültür ile elde tutma stratejilerinin teşviki,
- İşe alım yöneticileri ile insan kaynakları departmanları arasındaki uyumsuzluğun tespiti;
- İş tanımlarında gerçekçi olmayan gereklilikler gibi zorlukların ele alınarak işe alım uygulamalarının yeniden değerlendirilmesi,
- Öğrencilere ve profesyonellere siber güvenlik kariyeri için gerekli becerilerin nasıl kazandırılacağı,
- Siber güvenlik uzmanlarının ne yaptığının daha iyi anlaşılması, giriş engellerinin kaldırılması, işgücü çeşitliliğinin artırılmasıyla siber güvenlik alanına daha fazla yeteneğin çekilmesi.

Bu bağlamda öncelikle, siber güvenlikteki temel becerilerin gerçekte neler olduğu ve farklı seviyeleri anlamak için araçlara ihtiyaç vardır. Bu araçlara, Bilgi Çağı için Beceri Çerçevesi Vakfı (Skills Framework for the Information Age-SFIA-2018) tarafından geliştirilen Bilgi Çağı Beceri Çerçevesi ile Yetkili Bilgi Güvenliği Enstitüsü (2019) tarafından geliştirilen CIISec Beceri Çerçevesi örnek verilebilir.

Bilgi Çağı için Beceri Çerçevesi, bilgi teknolojileri rollerini doldurmak için gerekli becerileri belirlemede yaygın kullanılan bir referanstır. Bilgi güvenliği, güvenlik yönetimi, dijital adli bilişim, penetrasyon testi gibi bir dizi güvenlikle ilgili beceriyi içermektedir. Ancak siber güvenliğe bakış açısı fazla genelleştirilmiş olduğu için, CIISec Çerçevesi güvenliğe çok daha ayrıntılı bir bakış açısı sunmaktadır. Buradaki disiplinler ve beceriler incelendiğinde, siber güvenliğin teknik ve teknik olmayan yönlerini kapsadığı, daha geniş yönetim ve iletişim becerilerine ihtiyaç duyulduğunu kanıtlamaktadır (Furnell, 2021).

Siber güvenlik işgücünün eğitimi ve yetiştirilmesi, güçlü bir küresel ve ulusal topluluk için elzem hale gelmiştir (Ramezanian & Niemi, 2024). 2021 yılına kadar siber güvenlik rollerini üstlenen kişilerin, küresel işletmeleri yaklaşık 6 trilyon ABD doları siber suç kayıplarından korumada ön saflarda yer alacağı bildirilmiştir (Burley & Lewis Jr, 2019). Siber güvenlik sektöründe beceri kazandırma, geliştirme, yeniden beceri kazandırma ve profesyonel işgücü gelişimini kolaylaştırmak için çeşitli araçlar geliştirilmektedir (Rathod vd., 2024).

Siber güvenlik eğitiminin içerik ve kapsamını belirlemek, hem üniversiteler hem de işverenler için zorlu bir konu olabilir. Bu zorluğu çözmek ve netleştirmek için dünyada çeşitli girişimler

başlatılmıştır. Örneğin, siber güvenlik dereceleri için Siber Güvenlik Eğitimi Müfredat Yönergesi (CSEC 2017-Cybersecurity Education Curriculum Guidelines) 35 ülkeden 325'ten fazla uzmanının yer aldığı üç yıllık titiz bir süreçle geliştirilmiş; 3 Şubat 2018'de yayınlanmıştır. Geliştirme sürecinin desteklenmesi ve müfredat önerilerinin onaylanmasında aşağıda yer alan dört lider küresel bilişim topluluğu rol almıştır (Burley & Lewis Jr, 2019):

- Hesaplama Makineleri Derneği (Association for Computing Machinery-ACM),
- IEEE Bilgisayar Derneği (Institute of Electrical and Electronics Engineers-IEEE),
- Bilgi Sistemleri Derneği Bilgi Güvenliği ve Gizliliği Özel İlgi Grubu (Association for Information Systems-AIS),
- Uluslararası Bilgi İşleme Federasyonu Bilgi Güvenliği Eğitimi Teknik Komitesi (International Federation for Information Processing-IFIP).

CSEC 2017 müfredat yönergeleri ve Birleşik Krallık Ulusal Siber Güvenlik Merkezi'nin Siber Güvenlik Bilgi Birimi (CyBOK) tanımı gibi çalışmaları, akademik yeterliliklerin yönlendirilebileceği ve karşılaştırılabileceği bir zemin sunmaktadır (Furnell, 2021). Siber Güvenlik Müfredatı (CSEC 2017) küresel siber güvenlik müfredat kılavuzlarının ilk seti olup; akademik programları endüstriyel gereksinimlerle ilişkilendirmede bir temel sunmakta; kapsamlı bir müfredat rehberliği sağlamaktadır (Burley & Lewis Jr, 2019).

Bu tür araçlar, bir yeterliliğin belirli bir rolü desteklemek için gereken kapsama sahip olup olmadığını belirlemede faydalı bir başlangıç olabilir; nitelikler ve sertifikalar, destekledikleri kapsam açısından haritalanabilirken, örgütler, sahip oldukları beceriler ve doldurmaları gereken boşluklar bağlamında ekiplerini haritalayabilir. Bu girişimler hala nispeten yenidir ve etkilerinin yerleşmesinin zaman alacağı düşünülmektedir (Furnell, 2021). ACM, IEEE, AIS, siber güvenlik dünyasının dört önemli aktörüdür. ACM, bilgisayar bilimleri alanındaki en köklü ve en büyük mesleki örgüt olup; IEEE, mühendislik ve teknoloji standartlarının devasa üretim merkezi; AIS, bilgi sistemleri akademisinin uluslararası ana derneği; IFIP ise bilişim alanında uluslararası işbirliğini koordine eden bir federasyondur.

CIISec (2019) Rol Çerçevesi CIISec, CISO, Güvenlik Mimarı, Pen Test Uzmanı ve Tehdit Analisti gibi onbir ortak rol ile ilgili birincil ve ikincil beceri alanlarını eşleştirmektedir. CIISec Çerçevesi 11 tematik bölüm ve 36 beceri grubunda becerilerin edinilebileceği aşağıdaki gibi altı seviyeyi tanımlamıştır. Her seviyedeki bilgi ve uygulamaya ilişkin beklentiler arasında açık bir ayrım yapıldığı görülmektedir (Furnell, 2021):

- ***Seviye 1:*** **(Bilgi)** Temel ilke bilgisi/iyi kullanıcı uygulamalarını takip etme - Beceriyle ilgili temel bilgiyi eğitim veya kendi kendine öğrenme yoluyla gösterebilir.

- ***Seviye 2:*** **(Bilgi ve Anlayış)** Temel ilkelere ilişkin bilgi ve anlayış - Beceriyi ve uygulamasını anlar.
- ***Seviye 3:*** **(Uygulayıcı)** Beceriyi anlar ve temel görevlere biraz gözetim altında uygular.
- ***Seviye 4:*** **(Kıdemli Uygulayıcı)** Beceriyi anlar ve temel görevlere asgari gözetim altında ve karmaşık görevlere biraz gözetim altında uygular. Bir proje/program veya sistem ortamında bir ekibin üyesi olarak çalışır.
- ***Seviye 5:*** **(Baş Uygulayıcı)** Beceriyi anlar ve herhangi bir denetim olmaksızın karmaşık görevlere uygular. Bir proje/program veya sistem ortamında ekiplere liderlik eder. Kurumsal düzeyde faaliyet gösterir.
- ***Seviye 6:*** **(Uzman/Lider Uygulayıcı)** Beceri alanında meslektaşları tarafından kabul görmüş, becerinin uygulanmasına liderlik eden bir otoritedir.

Rathod vd. (2024) çalışmasında Avrupa Siber Güvenlik Beceri Çerçevesi'nin (The European Cybersecurity Skills Framework-ECSF), siber güvenlik becerileri ve yetkinliklerinin geliştirilmesinde ortak bir dil ve çerçeve sağladığı, Avrupa genelinde eğitim, öğretim ve işgücü geliştirme çabalarını uyumlu hale getirdiği, beceri kazandırma, geliştirme ve yeniden beceri kazandırma yoluyla Avrupa siber güvenlik beceri kapasitesini oluşturmada değerli bir araç olduğu ve uygulanabilir bir çözüm sunduğu vurgulanmıştır.

Siber güvenlik işgücü açığı ile ilgili bahsi geçen sorunların üstesinden gelinmesinde kapsamlı bir siber güvenlik işgücü çerçevesinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Kose vd. (2021) tarafından geliştirilen CyberSec Labs çerçevesi, uygulamalı alıştırmalardan büyük ölçüde yararlanarak potansiyel siber güvenlik aktörlerinin becerilerini geliştirmeyi, öğrencileri gelecekteki siber güvenlik rollerine hazırlamayı, böylece nitelikli insan kaynağı eksikliğinin giderilmesini hedeflemektedir.

Ramezanian & Niemi (2024) çalışmasında üniversite düzeyinde aşağıdaki gibi dünya çapında tanınmış çeşitli belge, rapor ve çerçevelerden faydalanılarak, siber güvenlik müfredatı geliştirmeye yönelik kapsamlı özel tasarlanmış bir kılavuz sunmaktadır. Bu çalışma, her bir iş rolündeki bilgi gereksinimlerini CSEC2017 müfredatına eşlemekte ve NICE çerçevesindeki bilgi boşluklarını belirlemektedir.

- Siber Güvenlik Eğitimi Ortak Görev Gücü tarafından hazırlanan Siber Güvenlik Müfredatı 2017 (CSEC2017),
- Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından hazırlanan Ulusal Siber Güvenlik Eğitimi Girişimi (NICE) siber güvenlik iş gücü çerçevesi

- Finlandiya Jyväskylä Üniversitesi'nden Lehto vd. tarafından hazırlanan Siber Güvenlik Eğitiminde Gelişim İhtiyaçları: Projenin Son Raporu

SİBER GÜVENLİK İŞGÜCÜ YETERLİLİĞİ VE SERTİFİKASYONU

Artan siber tehditler ve risklere uygun olarak nitelikli ve yetkin bir siber güvenlik işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu manada siber güvenlik alanında uzmanlaşmış akademik yeterlilikler artarken; sektöre yönelik zengin bir profesyonel sertifika yelpazesi bulunmaktadır (Furnell, 2021). Akademik yeterlilik bağlamında, birçok üniversitede lisans ve lisansüstü programlarda siber güvenlik müfredatları oluşturulmuştur. Uygun bir yeterlilik, genel ders boyunca güvenlikten bahseden bir veya iki modüle sahip olmaktan daha fazlası anlamına gelmektedir. Ancak yükseköğretim kurumlarının ilgili eğitimleri sağlamada karşılaştığı zorluklar karşısında yeni çözümler gerekmektedir (Rathod vd., 2024). Akademik kurumların, siber güvenlik program tekliflerini genişletmek için kapsamlı bir müfredat rehberliğine ihtiyacı olduğu; acil ihtiyaçlar ile yeni siber tehditlerin yol açtığı gereksinimleri karşılayabilecek program içeriğinin belirli mesleki gerekliliklerle sıkı bir şekilde birleştirilmesi gerektiğine işaret edilmektedir (Burley & Lewis Jr, 2019).

Birleşik Krallık'taki Ulusal Siber Güvenlik Merkezi, lisans ve yüksek lisans seviyelerini kapsayan akademik derecelerde bir sertifika programı oluşturmuştur (Furnell, 2021). Avrupa'daki üst düzey eğitim kurumlarının siber güvenlik müfredatları ve piyasadaki siber güvenlik eğitimlerini analiz eden Blažič (2021) eksik konular olduğunu göstermektedir. Avrupa yükseköğretim kurumlarının ortak program akreditasyonu sorunu ve siber güvenlik alanındaki farklı iş profilleri için yetkinlik sertifikasyonlarını inceleyerek, paydaşlar ve akademisyenlere siber güvenlik eğitimi ve öğretiminin mevcut durumunu iyileştirmeye yönelik bazı önerilerde bulunulmuştur.

Siber güvenlik sertifikası seçeneklerinin genişliğine bağlı olarak, örgütler akademik yeterlilikler veya uzmanlık sertifikasından hangisine ihtiyaçları olduğunu sorgulamaktadır (Furnell, 2021). Siber güvenlik işgücü işe alınma kriterleri ve hangi becerilerin edinilmesi gerektiği konusunda bilinçli bir karar verebilmesi için bu ortamın anlaşılması gerekmektedir. Mevcut farklı yeterlilik biçimleri, siber güvenlik uzmanları, işverenlerin ihtiyaçlarına en uygun seçenekleri nasıl bir şekilde belirleyebilecekleri incelenmelidir (Furnell, 2021).

Siber güvenliğin temel disiplin tabanı “bilgi teknolojileri ve sistemleri” gibi ilgili disiplinlerde yer almakta; çok disiplinli bir bakış açısıyla, işletme, eğitim, hukuk ve psikoloji gibi çeşitli alanlardan katkı sağlanabileceği ileri sürülmektedir. Bu bağlamda karşılaşılan iki zorluk, “becerilerin yetersizliği ve siber güvenlik alanının çeşitliliği”dir. Bu zorluklar ilgili becerilere yönelik yeterlilik veya sertifikaların belirlenmesi görevini zorlaştırabilir. Furnell (2021) göre

sadece siber güvenlik becerileri ihtiyaç kabul edilmemeli, aynı zamanda bu sorunun etkili bir şekilde ele alınması için hangi becerilere ihtiyacın olduğu anlaşılmalıdır.

Siber güvenlik bir meslek olarak olgunlaşmakta; hem teknik hem de teknik olmayan unsurları içeren geniş bir beceri yelpazesini kapsamaktadır. Bu bağlamda geniş ve dar perspektifleri temsil eden yeterlilikler ve sertifikalar bulunsa da, bütüncül bir genel yaklaşıma göre tüm yelpazedeki becerilere ihtiyaç duyulmaktadır (Furnell, 2021). Bir işyerinde yeterli sayıda siber güvenlik uzmanının işe alınarak, işte tutulması, siber güvenliğin hem teknik boyutu hem de teknik olmayan boyutu ile ilgilidir. Yönetimle ilgili işlerin göz ardı edilen alanı içinde sürekli bir mücadele mevcuttur (Blažič, 2021).

İşverenler, güçlü siber güvenlik programları geliştirmek için akademik kurumlarla işbirliği yapmaktadır. Örneğin, Burley & Lewis Jr (2019) Boeing Şirketi örnek vakası aracılığıyla, endüstri ihtiyaçlarını etkili şekilde karşılayacak bir siber güvenlik işgücü oluşturulmasına yönelik güçlü bir siber güvenlik programı geliştirebilmesi için akademik kurumlar ve endüstri ortaklarının işbirliğini amaçlayan bir yol haritası sunmaktadır.

2017 yılında yapılan bir çalışmaya göre 100'den fazla profesyonel siber güvenlik sertifikası mevcuttur. Bu geniş seçenek yelpazesi içinden hangi sertifikanın en uygun olduğunun belirlenebilmesi için işgücünün hangi becerilere ihtiyacı olduğunun ve bunların yeterlilik ve sertifikalarda nasıl temsil edilebileceğinin bilinmesi gerekmektedir. Sertifika gerçekten ihtiyaç duyulan şeyle eşleştirilemiyorsa, yanlış bir seçenek olabilir. Profesyonel sertifikalar, hedef kitleleri, kapsadıkları konular ve nasıl değerlendirildikleri gibi boyutlarda farklılık gösterebildiği için, sertifikaların doğrudan birbirinin yerine geçemeyeceği ileri sürülebilir. Sadece yönetici düzeyinde değil, her düzeyde daha geniş bir uygulayıcı topluluğu oluşturmak önemlidir. Bir kanala ve farklı giriş noktalarına duyulan ihtiyacın farkına varılmalıdır. Örneğin, prestiji yüksek, kapsamı geniş bir sertifika olan Sertifikalı Bilgi Sistemleri Güvenliği Uzmanı (Certified Information Systems Security Professional-CISSP) en çok talep edilen sertifika olmasına rağmen, her rol için gerekmemektedir. Siber Güvenlik Bilgi Birimi çerçevesi (Cyber Security Body of Knowledge-CyBOK) konularla, bireyin bilmesi gerekenlerle ilgilidir; ancak bu konuları ele alma konusundaki yeterlilik düzeyleriyle ilgili değildir (Furnell, 2021).

SONUÇ

Siber güvenlik, giderek daha fazla örgüt tarafından kritik bir gereklilik olarak kabul edilmektedir. Toplumların ve kurumların daha fazla hiper bağlantılı hale gelmesi, siber suçların ölçeğini ve karmaşıklığını artırarak, siber güvenlik işgücü ihtiyacını büyütmektedir. Küresel siber güvenlik işgücü açığı, dünyanın en acil sorunlarından biridir. Son raporlara göre siber güvenlik sektöründeki açığın 2,8 milyon ila 4,8 milyon siber güvenlik uzmanı arasında değiştiği

tahmin edilmektedir. Siber güvenlik uzmanı işe almayı planlayanların %92'sinin yetenekli bir aday bulmakta zorluk çekeceği öngörülmektedir. Siber güvenlik işgücü açığı, siber güvenlik sektörünün her alanında mevcut olup, giriş seviyesindeki iş pozisyonlarından başlamak üzere kıdemli/deneyimli uzmanlara kadar çeşitli kademeleri kapsamaktadır.

Siber güvenlik alanındaki akut insan kaynağı kıtlığı, riskleri artırarak, örgütlerin üçte ikisinden fazlasını karmaşık siber saldırılar ve ihlallere karşı savunmasız bırakmaktadır. Kamu sektöründeki örgütlerin %49'unun siber güvenlik hedeflerini karşılamak için gerekli işgücüne sahip olmaması endişe vericidir. Birçok örgüt, siber güvenlik rolünün teknik gereksinimlerini tam olarak anlamadan gerekli becerilere sahip olduğunu varsayabilmektedir. Uber vakasında görüldüğü gibi dünya çapında birçok şirket siber güvenlik sorunları yaşamaya başlamıştır.

Küresel siber güvenlik işgücü açığının büyümesi, yeni yetenek kaynaklarının nasıl bulunacağına ilişkin araştırmaları artırmaktadır. Siber güvenlik işgücü açığının kapatılmasında geleneksel teknik alanlardan gelmeyen profesyonellerden oluşan çok disiplinli bir işgücü havuzundan yararlanılabilir. Sadece yeni insan kaynağı ihtiyacı değil, siber güvenlik rollerinin öngörülemezliği, aşırı beklentiler ve talepler, tükenmişliğe yol açtığı için işgücünü elde tutma sorunu mevcuttur. Örgütlerin yeni çalışanlar çekmeleri ve elde tutmalarına yönelik önerileri arasında, "öğrencilerin siber güvenlik farkındalığının artırılması, siber güvenlik kariyerlerinin teşvik edilmesi ve siber güvenlik akademisi kurulması" bazılarıdır.

Yeni nesil siber güvenlik işgücü için tamamlayıcı bir yetenek olarak YZ'yı kullanma ve karşı savunma becerileri geliştirme giderek önemli hale gelmektedir. YZ uygulamaları, teknik ve yönetimsel rollerde siber güvenlik çalışanı açığını kapatmaya yardımcı olabilir; siber güvenlik personelinin iş yüklerini azaltarak, işlerinin daha stratejik yönlerine odaklanmalarını sağlayabilir. Örgütlerde YZ becerilerine yatırımın eksikliği, mevcut eğitim ile gelişen talepler arasında bir kopukluğa yol açmaktadır. Bu bağlamda eğitim müfredatlarının dinamik siber tehdit ortamı ve gelişen teknolojilere uygun biçimde sürekli güncellenmesi gerekmektedir.

Siber güvenlik profesyonellerinin yetersizliği ve siber güvenlikte asgari giriş standartlarının eksikliği, iki temel sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, "siber güvenlikteki temel becerilerin gerçekte neler olduğu ve farklı seviyeleri" anlamak için araçlara ihtiyaç vardır. Siber güvenlik sektöründe beceri kazandırma, geliştirme, yeniden beceri kazandırma ve profesyonel işgücü gelişimini kolaylaştırmak için çeşitli araçlar geliştirilmektedir. Siber güvenlik işgücü açığı ile ilgili bahsi geçen sorunların üstesinden gelinmesinde kapsamlı bir siber güvenlik işgücü çerçevesinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu araçlara, Bilgi Çağı için Beceri Çerçevesi Vakfı (Skills Framework for the Information Age-SFIA-2018) tarafından geliştirilen

Bilgi Çağı Beceri Çerçevesi ile Yetkili Bilgi Güvenliği Enstitüsü (2019) tarafından geliştirilen CIISec Beceri Çerçevesi örnek verilebilir.

Siber güvenlik eğitiminin içerik ve kapsamını belirlemek, hem üniversiteler hem de işverenler için zorlu bir konu olabilir. Bu zorluğu çözmek ve netleştirmek için dünyada çeşitli girişimler başlatılmıştır. Siber güvenlik dereceleri için Siber Güvenlik Eğitimi Müfredat Yönergesi (CSEC 2017-Cybersecurity Education Curriculum Guidelines), küresel siber güvenlik müfredat kılavuzlarının ilk seti olup; akademik programları endüstriyel gereksinimlerle ilişkilendirmede bir temel sunmakta; kapsamlı bir müfredat rehberliği sağlamaktadır.

Bu tür araçlar, bir yeterliliğin belirli bir rolü desteklemek için gereken kapsama sahip olup olmadığını belirlemede faydalı bir başlangıç olabilir; nitelikler ve sertifikalar, desteklediklerı kapsam açısından haritalanabilirken, örgütler, sahip oldukları beceriler ve doldurmaları gereken boşluklar bağlamında ekiplerini haritalayabilir.

Siber güvenlik sertifikası seçeneklerinin genişliğine bağlı olarak, örgütler akademik yeterlilikler veya uzmanlık sertifikasından hangisine ihtiyaçları olduğunu sorgulamaktadır. Siber güvenlik alanında uzmanlaşmış akademik yeterlilikler artarken; sektöre yönelik zengin bir profesyonel sertifika yelpazesi bulunmaktadır. 2017 yılında yapılan bir çalışmaya göre 100'den fazla profesyonel siber güvenlik sertifikası mevcuttur. Siber güvenlik bir meslek olarak olgunlaşmakta; hem teknik hem de teknik olmayan unsurları içeren geniş bir beceri yelpazesini kapsamaktadır.

Üniversiteler açısından;

- Birçoğunda lisans ve lisansüstü programlarda siber güvenlik müfredatları oluşturulmuştur.
- Uygun bir yeterlilik, genel ders boyunca güvenlikten bahseden bir veya iki modüle sahip olmaktan daha fazlası anlamına gelmektedir.
- Üniversitelerin ilgili eğitimleri sağlamada karşılaştığı zorluklar karşısında yeni çözümler gerekmektedir.
- Çok disiplinli bir bakış açısıyla, işletme, eğitim, hukuk ve psikoloji gibi çeşitli alanlardan siber güvenlik alanına katkı sağlanabilir.

Örgütler ve sertifikasyon açısından;

- İşgücünün hangi becerilere ihtiyacı olduğunun ve bunların yeterlilik ve sertifikalarda nasıl temsil edilebileceğinin bilinmesi gerekmektedir.

- Geniş ve dar perspektifler yerine bütüncül bir genel yaklaşıma göre tüm yelpazedeki becerilere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Acil ihtiyaçlar ile yeni siber tehditlerin yol açtığı gereksinimleri karşılayabilecek program içeriğinin belirli mesleki gerekliliklerle sıkı bir şekilde birleştirilmesi gerekmektedir.
- "becerilerin yetersizliği ve siber güvenlik alanının çeşitliliği" zorlukları becerilere yönelik yeterlilik veya sertifikaların belirlenmesi görevini zorlaştırabilir.
- Profesyonel sertifikalar, hedef kitleleri, kapsadıkları konular ve nasıl değerlendirildikleri gibi boyutlarda farklılık gösterebildiği için, sertifikaların doğrudan birbirinin yerine geçemeyeceği ileri sürülebilir.
- Siber güvenlik örgütlenmesinde sadece yöneticiler düzeyinde değil, her düzeyde daha geniş bir uygulayıcı topluluğu oluşturmak önemlidir.

KAYNAKÇA

Blažič, B. J. (2021). The cybersecurity labour shortage in Europe: Moving to a new concept for education and training. *Technology in Society*, *67*, 101769.
Burley, D. L., & Lewis Jr, A. H. (2019). Cybersecurity curricula 2017 and boeing: Linking curricular guidance to professional practice. *Computer*, *52*(3), 29-37.
Burrell, D. N. (2018). An exploration of the cybersecurity workforce shortage. *International Journal of Hyperconnectivity and the Internet of Things (IJHIoT)*, *2*(1), 29-41.
Chow, J., Crutchlow, E., & Cain, J. (2015, June). Industry cybersecurity workforce development. In *Proceedings of the 2015 ACM SIGMIS Conference on Computers and People Research* (pp. 19-19).
CNBC (2017). *Uber hack exposes data of 57 million users and drivers, report says*. https://www.cnbc.com/2017/11/21/uber-hack-exposes-data-of-57-million-users-and-drivers-report-says.html?utm
Dubov, D., & Dubova, S. (2025). A global shortfall of cyber workforce: evaluating the US strategy approach and Ukraine's emerging challenges. *Actual Problems of International Relations*, *1*(162), 55-62.
Furnell, S. (2021). The cybersecurity workforce and skills. *Computers & Security*, *100*, 102080.
Gafni, R., & Levy, Y. (2024). The role of artificial intelligence (AI) in improving technical and managerial cybersecurity tasks' efficiency. *Information & Computer Security*, *32*(5), 711-728.
Hulatt, D., & Stavrou, E. (2021, July). The development of a multidisciplinary cybersecurity workforce: an investigation. In *International Symposium on Human Aspects of Information Security and Assurance* (pp. 138-147). Cham: Springer International Publishing.
HumanFirewall (2025).The Uber Breach Case Study: Cybersecurity Lessons Learned. https://humanfirewall.io/the-uber-breach-case-study-cybersecurity-lessons-learned/
Kose, Y., Ozer, M., Bastug, M., Varlioglu, S., Basibuyuk, O., & Ponnakanti, H. P. (2021, December). Developing cybersecurity workforce: Introducing CyberSEC labs for industry standard cybersecurity training. In *2021 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*(pp. 716-721). IEEE.
McQuaid, P. A., & Cervantes, S. (2019). How to Achieve a Seasoned Cybersecurity Workforce. *Software Quality Professional*, *21*(4).
Nobles, C. (2020). The cyber talent gap and cybersecurity professionalizing. In *Cyber Warfare and Terrorism: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 56-63). IGI Global.

Namukasa, M., Ficke, C., & Piasecki, I. (2023). Understanding how to diversify the cybersecurity workforce: A qualitative analysis. *Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice*, *2023*(2), 4.

Ramezanian, S., & Niemi, V. (2024). Cybersecurity education in universities: a comprehensive guide to curriculum development. *Ieee Access*, *12*, 61741-61766.

Rao, A. R., & Elias-Medina, A. (2024). Designing an internet of things laboratory to improve student understanding of secure IoT systems. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *4*, 154-166.

Rathod, P., Polemi, N., Lehto, M., Kioskli, K., Wessels, J., & Lugo, R. (2024, May). Leveraging the European Cybersecurity Skills Framework (ECSF) in EU innovation projects: Workforce development through skilling, upskilling, and reskilling. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-9). IEEE.

World Economic Forum (2025). Global Cybersecurity Outlook 2025 Insight Report. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Cybersecurity_Outlook_2025.pdf

FİNANSMAN GİDER KISITLAMASI VE UYGULANMASI

Türkan Tuğba YILDIZ URAL
Bağımsız Araştırmacı/Bilim Uzmanı
ORCID: 0000-0001-6040-8890
Prof. Dr. Ali APALI
T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,
Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu,
ORCID: 0000-0002-3521-0150

ÖZET

Bu çalışmanın konusu, 6322 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile tekrar getirilen finansman gider kısıtlamasıdır. İlk olarak 1994 yılında enflasyonu kontrol altına alabilmek amacıyla çıkarılan kanun maddesinde bahsedilen finansman gider kısıtlaması uygulamasından, 2004 yılında yürürlüğe giren 5024 sayılı kanunda enflasyon düzeltmesi ile ilgili karar neticesinde yürürlükten kaldırılarak uygulanmasından vazgeçilmiştir. 2007 tarihinde yayımlanan Resmî Gazete'de "Kurumlar Vergisi Seri No:1 Genel Tebliğinde 11. Maddede yapılan değişiklikle 11.13. Finansman Gider Kısıtlaması" başlıklı alt bölüm getirilmiştir.

İlgili konu hakkında 193 sayılı Gelir Vergisi Kanunun 41.maddesinin 9 numaralı bendinde herhangi bir oran belirlenmeden sadece "belirlenecek oranı sektörler itibarıyla farklılaştırmaya Bakanlar Kurulu yetkilidir." denmiştir. Oran belirtilmediği için uygulamaya konulamayan finansman gider kısıtlaması 03/02/2021 yılında 3490 sayılı Cumhurbaşkanı Kararında belirlenen oran olan, yabancı kaynakları, öz kaynaklarını aşan işletmelerde, aşan kısma dahil olan gider ve maliyet unsurlarının %10'luk tutarının kanunen kabul edilmeyen gider olarak dikkate alınacağından ve bu tutarın gider konusu yapılamayacağından bahsedilmiştir. 01/01/2021 tarihinden itibaren başlayan vergilendirme dönemi kazançlarına uygulanmak üzere "Kurumlar Vergisi Genel Tebliği (Seri No.1)'nde, Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Seri No:18)" 25.05.2021 tarihinde 31491 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu doğrultuda, bu çalışmada, finansman gider kısıtlaması ile ilgili çıkarılan tebliğler incelenmiş olup tebliğe uygun olarak örnekler verilerek muhasebeleştirme işlemleri yapılmıştır. Ayrıca 2021 yılından itibaren uygulamada olan finansman gider kısıtlaması ile ilgili olarak Gelir İdaresi Başkanlığı'ndan bilgi talebinde bulunan mükelleflere yanıt olarak yayımlanan özelgelere yer verilerek analiz yapılmış ve değerlendirmede bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Finansman Gider Kısıtlaması, Öz Sermaye, Yabancı Kaynak.

1. GİRİŞ

İşletmeler faaliyetlerini sürdürebilmek için öz kaynaklarının yanında yabancı kaynaklara da ihtiyaç duyabilirler. Yabancı kaynakların karşılanma şekli ise ortaklara borçlanma, bankalara ve müşterilere borçlanma şeklinde yapılmaktadır. Ortaklara borçlanma durumunda ortaklara temettü dağıtılırken bankalara anaparanın yanında çeşitli faiz ödemeleri yapılmaktadır. Finansman gider kısıtlamasının konusunu da işletmenin faaliyetleri için kullanmış olduğu yabancı kaynaklara ilişkin olarak ortaya çıkan faiz, kur farkı, vade farkı gibi giderler oluşturmaktadır. Bu giderler neticesinde finansman gider kısıtlaması uygulamasına tabi olacak olan mükellefler yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan kurumlar vergisi mükellefleridir. Yabancı kaynakların öz kaynakları aşan kısımları için uygulanacak olan oran ise %10 olarak belirlenmiştir. Finansman gider kısıtlamasının uygulanmasındaki amaç işletmelerin faaliyetlerini borçlanarak yapmaları yerine kendi öz sermayeleri ile ihtiyaçlarını karşılayarak büyümelerini teşvik etmektir.

Bu çalışmada öncelikle finansman giderleri hakkında bilgiler sunulmuş, devamında ise 2024 yılına kadar olan düzenlemelere kapsamında örneklere yer verilmiştir.

2. FİNANSMAN GİDERLERİ HAKKINDA YASAL DÜZENLEMELER

Konuyla ilgili ilk olarak 06.07.1994 tarihli 21982 sayılı Resmî Gazetede yayımlanıp yürürlüğe giren 4008 sayılı kanunla Gelir Vergisi Kanunu'nun 41/8. maddesi ve Kurumlar Vergisi Kanunu'nun 15/13. Maddelerinde finansman gider kısıtlamasından bahsedilmiştir.

4008 sayılı kanunda yapılan değişiklikte Gelir Vergisi Kanunu 41/8. Maddesinde, "*Vergi Usul Kanunu hükümlerine göre, dönem sonu stoklarını son giren ilk çıkar yöntemine göre değerleyen veya amortismana tabi iktisadi kıymetlerini yeniden değerlemeye tabi tutanların, işletmede kullandıkları yabancı kaynaklara ilişkin faiz, komisyon, vade farkı, kâr payı, kur farkı ve benzeri adlar altında yaptıkları giderler ve maliyet unsurları toplamına (yatırımın maliyetine eklenenler hariç) aşağıdaki indirim oranının uygulanması suretiyle bulunacak kısmın % 25'i.*

İndirim oranı, Vergi Usul Kanunu hükümlerine göre o yıl için tespit edilmiş olan yeniden değerleme oranının, ilgili kuruluşlardan alınan bilgilere göre Maliye Bakanlığınca o yıl için hesaplanan ortalama ticarî kredi faizi oranına bölünmesi suretiyle bulunur.

Sanayi siciline kayıtlı imalatçıların imalat faaliyetlerinde kullandıkları yabancı kaynaklara ait gider ve maliyet unsurlarına bu bent hükmü uygulanmaz.

Bu bendin birinci paragrafında yer alan %25 oranını, %100'e kadar artırmaya Bakanlar Kurulu; bendin uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemeye ise Maliye Bakanlığı yetkilidir" (21982/193 Sayılı G.V.K. www.resmigazete.gov.tr) denmiştir.

Aynı kanunun Kurumlar Vergisi Kanunu 15/13. Maddesinde ise konu ile ilgili "*Vergi Usul Kanunu hükümlerine göre, dönem sonu stoklarını son giren ilk çıkar yöntemine göre değerleyen veya amortismana tabi sabit kıymetlerini yeniden değerlemeye tabi tutan kurumların (Bankalar, Sigorta Şirketleri ve Finans Kurumları hariç) Gelir Vergisi Kanunu'nun 41'inci maddesinin 8 numaralı bendindeki esaslar çerçevesinde hesapladıkları giderler*" (21982/5422 KVK, www.resmigazete.gov.tr) olarak bahsedilmiştir. Bu uygulamanın o tarihteki gerekçesi enflasyonu kontrol altına alabilmekti. 2004 yılında yürürlüğe giren enflasyon düzeltmesi ile ilgili kararlar neticesinde finansman gider kısıtlaması uygulamasından vazgeçilmiştir.

Yürürlükten kaldırıldığı tarihten 3 yıl sonra 03.04.2007 tarihinde yayımlanan Resmî Gazete'de Kurumlar Vergisi Seri No:1 Genel Tebliğinde 11. Madde de yapılan değişiklikle 11.13. Finansman Gider Kısıtlaması başlıklı alt bölüm getirilmiştir.

01.01.2013 tarihinden itibaren yürürlüğe girmek üzere, 6322 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun 37 inci maddesiyle 5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu 11 inci maddesinin birinci fıkrasına eklenen (i) bendi ile 2007 de alt başlık olarak eklenen Finansman Gider Kısıtlamasının oranı 04.02.2021 tarihinde yayımlanan 31385 sayılı Resmî Gazete ile 01.01.2021 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere %10 olarak belirlenmiştir.

01.01.2021 tarihinden itibaren geçerli olacak olan finansman gider kısıtlamasındaki asıl amaç ise işletmelerin borçlanarak değil öz kaynaklarını kullanarak büyümelerinin hem işletme, geniş çerçevede ise ülke ekonomisi konusunda büyük önem arz etmesidir.

2.1.Finansman Gider Kısıtlaması

Finansman giderleri işletmelerin yaptıkları faiz ödemelerini kapsayan giderlerdir (Ekinci & Kayıhan, 2021: 174). Buna göre, sermaye şirketlerinin, kooperatiflerin, iktisadi kamu kuruluşları gibi kurumlar vergisi mükelleflerinin çeşitli sebeplerle kullandıkları banka kredilerinin faiz ve komisyon gibi giderleri finansman giderini oluşturur. Yabancı kaynağın kullanım süresine bağlı olarak doğan her türlü faiz, komisyon, vade farkı, kur farkı, kâr payı, faktöring kuruluşlarına verilen iskonto bedelleri ve benzeri adlar altında yapılmış olan gider ve maliyet unsurları finansman giderini oluşturmaktadır. Yani kullanılan kredinin anaparası dışında kalan maliyet kısmıdır. Finansman giderlerine ayrıca işletmenin yatırım için katlandığı orta ve uzun vadeli harcamalar ve bunlardan kaynaklanan kur farkı, emtia giderleri ile işçi ücretleri de eklenebilir.

KVK'nun 11.maddesinin birinci fıkrasının (i) bendinde; "*kredi kuruluşları, finansal kuruluşlar, finansal kiralama, faktoring ve finansman şirketleri dışında, kullanılan yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan işletmelerde, aşan kısma münhasır olmak üzere, yatırımın maliyetine*

eklenenler hariç, işletmede kullanılan yabancı kaynaklara ilişkin faiz, komisyon, vade farkı, kar payı, kur farkı ve benzeri adlar adı altında yapılan gider ve maliyet unsurları toplamının %10'unu aşmamak üzere Cumhurbaşkanınca kararlaştırılan kısmı kanunen kabul edilmeyen gider (KKEG) olarak kabul edilmiştir" (18 Seri Nolu Kurumlar Vergisi Genel Tebliği, www.resmigazete.gov.tr). Dolayısıyla, işletmenin kullandığı yabancı kaynakların gider ve maliyet unsurlarının %10'u, yabancı kaynakların öz kaynakları aştığı takdirde KKEG olarak dikkate alınacaktır.

Gider ve maliyetlere, yatırımın maliyetine eklenmiş olan yabancı sermayeden kaynaklanan gider ve maliyet unsurları dahil edilmeyecektir. İlgili oranın her türlü farklılaştırılmasında 04.02.2021 tarihli 31385 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 03.02.2021 tarihli ve 3490 sayılı Cumhurbaşkanı Kararıyla, 01.01.2021 tarihi itibariyle vergilendirme dönemi kazançlarına uygulanmak üzere söz konusu gider ve maliyet unsurlarının %10'unun kurum kazancı tespitinde indirim yapılmayacağını belirtmiştir.

"*03.02.2021 tarihli 3490 sayılı Kararda; 31.12.1960 tarihli ve 193 sayılı Gelir Vergisi Kanununun 41. Maddesinin 1.fıkrasının 9 numaralı bendine göre, kullanılan yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan işletmelerde, aşan kısma münhasır olmak üzere, yatırımın maliyetine eklenenler hariç, işletmede kullanılan yabancı kaynaklara ilişkin faiz, komisyon, vade farkı, kar payı, kur farkı ve benzeri adlar altında yapılan gider ve maliyet unsurları toplamının %10'unun gider olarak indirilmesi kabul edilemez*" (3480 Sayılı Karar, www.resmigazete.gov.tr).

2.2. Kapsama Giren Mükellefler

Tebliğde finansman gider kısıtlaması uygulamasının bilanço esasına göre defter tutan mükellefler için geçerli olduğu, işletme hesabı esasına göre defter tutan mükellefler için uygulanmayacağı belirtilmiştir.

Yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan sermaye şirketleri, kooperatifler, iktisadi kamu kuruluşları, dernek veya vakıflara ait iktisadi işletmeler ile iş ortaklarının kazançları kurumlar vergisine tabi olan mükellefler ile bilanço esasına göre defter tutan ve İktisadi Kamu Kuruluşları grubunda yer alan devlet, özel idare, belediye ve diğer kamu kuruluşlarına ait müesseseler, finansman gider kısıtlaması uygulaması yabancı kaynak ve öz kaynak karşılaştırması gerektirdiğinden dolayı bu uygulamaya tabi olacaklardır (1 Seri Nolu KVGT, www.resmigazete.gov.tr).

Tablo 1. Finansman Gideri Kısıtlaması Kapsamında Uygulamaya Dahil Olan ve Olmayan Mükellefler

Finansman Gideri Kısıtlaması Kapsamına Giren Mükellefler	**Finansman Gideri Kısıtlaması Kapsamının Dışında Olan Mükellefler**
- Yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan kurumlar vergisi mükellefleri, - Bilanço esasına tabi mükellefler.	- İşletme hesabı esasına tabi mükellefler, - Emeklilik şirketleri, - Türkiye'de kurulu Mevduat bankaları, Katılım bankaları, Kalkınma ve Yatırım bankaları ile - Yurt dışında kurulu olan yukarıdaki niteliklerdeki kuruluşların Türkiye'de bulunan şube ve finansal holding şirketleri, - Sigorta ve reasürans şirketleri, - Finansal kiralama, faktöring, finansman ve tasarruf finansman şirketleri ile - Sermaye piyasası faaliyetlerinde bulunan kurumlar.

Kurumlar Vergisi Kanununun ilgili bendinde; kredi kuruluşları, finansal kuruluşlar, finansal kiralama, faktöring ve finansman şirketleri dışında kalanlar diyerek başlanmış, devamında ise Gelir Vergisi Kanunu'nun 41.maddesi 1. fıkrasının 9. bendi ile aynı şekilde devam etmiştir. Bunun sonucunda; yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan kurumlar vergisi mükelleflerinin aşan kısım için %10'luk kısmı KKEG olarak kabul edilmiştir.

2.3. Uygulanacağı Dönem

Finansman gider kısıtlaması 2013 yılında yürürlüğe girmesinin ardından ilk kez 2021 yılının birinci geçici vergilendirme dönemi için uygulanacaktır. Bu kapsamda; bilanço esasına göre defter tutan kurumlar vergisi mükellefleri, her geçici vergilendirme döneminde öz kaynak ve yabancı kaynak karşılaştırmasını VUK'a göre çıkaracakları bilançoyu bu kısıtlamaya tabi olup olmayacaklarını tespit edebilmek için kullanabileceklerdir.

Geçici vergilendirme beyan süreleri; ilk 3 ay için 17 Mayıs, ikinci 3 ay için 17 Ağustos, üçüncü 3 ay için 17 Kasım ve dördüncü 3 ay için 17 Şubat'tır. Bu süreler son olarak 2021 yılı için uygulanmıştır. 2022 yılı itibariyle 4.dönem geçici vergi beyannamesi kaldırılmıştır. Bu da beyannameyi hazırlayan ve/veya denetleyen mali müşavirlerin iş yoğunluğunu azaltmada, ayrıca vergi iadesi gibi konularda önemli derecede azalmaya yardımcı bir adım olmuştur.

Hesap dönemi olarak takvim yılını esas alan mükellefler, hesap döneminin son günü olan 31 Aralık tarihli bilançolarını dikkate alacaklardır. Özel hesap dönemine tabi mükellefler ise; örneğin hesap dönemi 1 Nisan – 1 Mart olan mükellef ilgili hesap dönemine ait bilançoyu esas alarak gerekli mukayeseyi yapıp finansman gider kısıtlamasına tabi olup olmayacağını öğrenebilecektir.

2.4. 01/01/2013 Den Önceki Borçlanmalara İlişkin Finansman Giderlerinin Durumu

Tebliğde belirtildiği gibi 2021 yılı ilk geçici vergilendirme dönemi itibariyle uygulanacağı için, bu tarihten önceki giderler bu kısıtlamaya tabi olmayacaktır. Ancak, 2013 yılından itibaren kullanılan yabancı kaynakların, mahiyeti ve tutarı itibariyle 01.01.2021 tarihi ile birlikte kesinleşen gider ve maliyet unsurları kısıtlamaya tabi olacaktır.

2.5. Bu Kapsamda Gider ve Maliyet Unsurları

Vergi Usul Kanunu'nun 262.maddesinde belirtilen "*maliyet bedeli, iktisadi bir kıymetin iktisap edilmesi veyahut değerinin artırılması münasebetiyle yapılan ödemelerle bunlara müteferri bilumum giderlerin toplamını ifade eder*" (530 Nolu VUKGT, www.resmigazete.gov.tr). Bu tanıma göre yatırımın maliyetine eklenen gider ve maliyet unsurları gider kapsamı dışında tutulmuştur.

Yabancı kaynak kullanımı ve süresine göre ortaya çıkan gider ve maliyetler dışında kalan; teminat mektubu komisyonları, tahvil ihracı için yapılan giderler ile ipotek masrafları gibi giderler finansman gider kısıtlaması çerçevesinde değerlendirilemeyecektir. Ayrıca finansman geliri azalması niteliğindeki erken veya peşin ödeme iskontoları, kredi sözleşmesine istinaden ödenen damga vergileri de yine gider kısıtlaması uygulaması dışında bırakılmıştır.

Kredi sözleşmelerine ilişkin oluşan damga vergisi, banka havale ücretleri için ödenen BSMV gibi yabancı kaynak kullanımından doğmamış olan gider ve maliyetler bu kısıtlamaya tabi değildir. Ancak, kredi faizi için ödenen BSMV yabancı kaynak kullanımından dolayı olacağı için, kredi faizleri için ödenecek vergiler FGK'ya dahildir. Örnek vermek gerekirse;

Kurum Gıda firmasının 2021 yılında öz kaynak toplamı 4.000.000 TL, yabancı kaynak toplamı 6.000.000 TL'dir. Aynı dönemde finansman gider tutarı ise 400.000 TL'dir.

İlgili firma aynı dönem kullandığı krediden dolayı 100.000 TL'lik finansman giderini yatırımın maliyetine eklemiştir.

Verilen değerleri tabloda yerine yerleştirerek finansman gider kısıtlamasına konu edilecek tutar bulunarak muhasebeleştirme işlemi yapılmalıdır.

2.6. Geçici Vergilendirme Dönemlerinde Finansman Gider Kısıtlaması

Tebliğde belirtildiği üzere finansman gider kısıtlaması ilk olarak;

- Hesap dönemi olarak takvim yılının kullananlar için 2021 yılının ilk geçici vergilendirme döneminde,
- Özel hesap dönemi kullanan mükellefler içinse 2021 de başlayan özel hesap dönemindeki ilk geçici vergilendirme dönemi için dikkate alınacaktır.

Mükellefler, finansman gider kısıtlaması şartının oluştuğu dönemler için kısıtlamaya tabi olacaklar, o yüzden önceki dönemler için düzeltme beyannamesi vermeleri gerekmeyecektir.

Bir örnek üzerinden inceleyecek olursak;

URL A.Ş'nin 2021 yılı için yabancı kaynak, öz kaynak ve finansman giderine ait tablo şu şekildedir;

Tablo 3: Geçici Vergilendirme Dönemleri

Geçici Vergilendirme Dönemi	Yabancı Kaynak	Öz Kaynak	Finansman Gideri
1 Ocak – 31Mart	400.000 TL	500.000 TL	20.000 TL
1 Ocak – 30 Haziran	900.000 TL	800.000 TL	40.000 TL
1 Ocak- 30 Eylül	900.000 TL	600.000 TL	45.000 TL
1 Ocak – 31 Aralık	1.000.000 TL	800.000 TL	50.000 TL

Birinci vergilendirme döneminde yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşmadığı için URL A.Ş gider kısıtlamasına tabi olmayacaktır. İkinci vergilendirme döneminde yabancı kaynakları öz kaynaklarını 100.000 TL aşmış durumdadır. Üçüncü vergilendirme döneminde yabancı kaynakları öz kaynakları 300.000 TL aşmıştır.

2.7.Yıllara Sâri İnşaat ve Onarma İşleri ile Uğraşan Mükellefin Durumu

İnşaat ve onarma işleri ile uğraşan mükelleflerin yaptıkları işler bir takvim yılını aştığı takdirde, ilgili iş için kullandıkları yabancı kaynaklar işin bitim tarihi itibariyle kesin kar veya zarar hesaplamasına dahil edileceğinden, o dönemki geçici vergilendirmede hesaplamaya tabii olur. 01.01.2021 tarihi öncesinde iş bitimi yapılıp kâr zarar hesaplaması sonucu tahakkuk edilen miktar finansman gider kısıtlamasına tabi olmayacaktır.

Birden fazla ilgili işle uğraşan ve aynı zamanda farklı işleri de olan mükellefler için finansman gider kısıtlamasına tabi olacakları dönem, ilgili işlerle alakalı iş bitiminde hesaplanan kâr zarar tespitinin yapıldığı dönem esas alınacaktır. Örnek vermek gerekirse;

MRV A.Ş. inşaat taahhüt işlerinin yanı sıra otomotiv ticareti ile de uğraşmaktadır. Şirketin, 2018 yılında taahhüt etmiş olduğu inşaat işi halen devam etmektedir. MRV A.Ş.'nin 31/12/2021 tarihli bilançosunda yabancı kaynak toplamı 17.000.000 TL, öz kaynak toplamı ise 14.000.000 TL'dir. Bu döneme ilişkin toplam 800.000 TL'lik finansman giderinin 300.000 TL'lik kısmı halen devam eden yıllara sari inşaat ve onarma işinin finansmanında kullanılmak üzere alınan krediden kaynaklanmaktadır.

Yıllara sâri inşaat ve onarma işine ilişkin 300.000 TL'lik finansman gideri, halen devam etmekte olan söz konusu inşaat ve onarma işinin bittiği yılın gideri olarak dikkate alınacak olup MRV A.Ş. tarafından 2021 yılında finansman gider kısıtlamasına tabi tutarın tespitinde, 300.000 TL'lik bu finansman gideri dikkate alınmayacaktır.

MRV A.Ş. söz konusu yıllara sâri inşaat ve onarma işini 10/10/2022 tarihinde tamamlamış olup 2022 yılı bilançosunda yabancı kaynak toplamı 19.000.000 TL, öz kaynak toplamı ise

14.000.000 TL'dir. MRV A.Ş.'nin 2022 yılı toplam finansman gideri (yıllara sâri inşaat ve onarma işinden kaynaklanan finansman giderleri dahil) 3.000.000 TL'dir.

2022 yılı kurum kazancının tespitinde dikkate alınacak 3.000.000 TL'lik finansman giderinin 1.800.000 TL'lik kısmı yıllara sâri inşaat ve onarma işinden kaynaklanmaktadır. (İnşaat işine ilişkin 1.800.000 TL'lik bu finansman giderinin 700.000 TL'lik kısmı 2019 yılında, 500.000 TL'lik kısmı 2020 yılında, 350.000 TL'lik kısmı 2021 yılında ve 250.000 TL'lik kısmı da 2022 yılında ödenen faiz giderlerinden oluşmaktadır.

2022 yılında tamamlanan yıllara sâri inşaat ve onarma işinden kaynaklanan ancak 1/1/2021 tarihinden önce tahakkuk ederek mahiyet ve tutar itibarıyla kesinleşen finansman giderleri mahsup edildikten sonra kalan tutar, 2022 yılında gider kısıtlamasının hesabında dikkate alınacaktır.

Toplam finansman gideri – İnşaat işine ilişkin 1/1/2021 tarihinden önceki finansman gideri:

3.000.000 TL – [700.000 TL (2019) + 500.000 TL (2020)] = 1.800.000 TL

Aşan kısma isabet eden finansman gideri = Finansman gideri x (Aşan kısım / Toplam yabancı kaynak)

= 1.800.000 TL x (5.000.000 TL / 19.000.000 TL)

= 1.800.000 TL x %0,2631

= 473.684,21TL

Buna göre MRV A.Ş. 2022 yılına ilişkin (1/1/2021 öncesinde yıllara sâri inşaat ve onarma işinden kaynaklanan kısım hariç) 1.000.000 TL'lik finansman giderinin aşan kısma isabet eden 473.684,21TL'sinin %10'u olan 47.368,42 TL'lik kısmını, finansman gider kısıtlaması düzenlemesi uyarınca kurum kazancının tespitinde KKEG olarak dikkate alacaktır.

2.8. Finansman Gideri Yanında Finansman Gelirinin Olması Durumu

Finansman gider kısıtlaması uygulamasında, sadece giderlerden kaynaklı yabancı kaynak öz kaynak mukayesesi için kanunen kabul edilmeyen gider hesaplanacaktır. Gelirler hangi dönemde elde edilmiş olursa olsun hesaplamaya dahil edilmeyecektir.

Yabancı kaynağın hangi yıl kullanıldığını dikkate almadan, bu kullanımdan dolayı oluşan kur farkı gideri, 2021 yılı için tespit edilen kazançta dahil edilmek suretiyle kurlardaki değişiklik dikkate alınarak hesaplanan gerçek değerleri ile finansman gider indirimine dahil edilecektir. Örnek vermek gerekirse,

TGB A.Ş. 10/5/2019 tarihinde kullanmış olduğu krediye ilişkin olarak 2019 yılında 200.000 TL,2020 yılında 300.000 TL, 2021 yılının birinci geçici vergilendirme döneminde 250.000 TL faiz ödemiş olup 2020 yılında 70.000 TL, 2021 yılının birinci geçici vergilendirme döneminde ise 115.000 TL faiz geliri elde etmiştir.

TGB A.Ş.'nin 31/3/2021 tarihindeki bilançosunda yer alan öz kaynaklar toplamı 10.000.000 TL, yabancı kaynakları toplamı ise 12.000.000 TL olup 2021 yılının birinci geçici vergilendirme dönemine ilişkin finansman giderleri toplamı ise 150.000 TL'dir.

2019 yılında alınan krediye ilişkin olarak 2019 ve 2020 yıllarında ödenen (200.000 TL + 300.000 TL)500.000 TL faiz gideri 1/1/2021 tarihinden önce ödenmiş olduğu için finansman gider kısıtlamasına tabi olmayacaktır. Ancak, her ne kadar kredi 10/5/2019 tarihinde kullanılmış olsa da bu krediye ilişkin olarak 1/1/2021 tarihinden itibaren katlanılan finansman giderleri Kanunun 11 inci maddesinin birinci fıkrasının (i) bendi kapsamında finansman gider kısıtlamasına tabi tutulacaktır.

2021 yılında finansman gider kısıtlamasına tabi tutarın hesabı:

Aşan kısım = Yabancı kaynaklar toplamı- Öz kaynaklar toplamı

= 12.000.000 TL – 10.000.000 TL = 2.000.000 TL

Aşan kısma isabet eden finansman gideri= Finansman gideri x (Aşan kısım / Toplam yabancı kaynak)

= 150.000 TL x (2.000.000 TL / 12.000.000 TL)

: 150.000 TL x %0,1666

: 24.990 TL

Buna göre, TGB A.Ş. tarafından, 2021 yılında finansman gider kısıtlaması kapsamında (24.990 TL x %10=) 2.499 TL'lik faiz gideri kurum kazancının tespitinde KKEG olarak dikkate alınacaktır.

TGB A.Ş.'nin 2021 yılında elde etmiş olduğu 115.000 TL'lik faiz geliri ise şirketin finansman gider kısıtlaması hesabında dikkate alınmayacaktır.

TGB A.Ş.'nin geçici vergilendirme dönemleri itibarıyla finansman gider kısıtlaması öncesi çıkarmış olduğu bilançolarında yapacağı mukayese sonucunda yabancı kaynak toplamının öz kaynak toplamını aştığının tespit edilmiş olması halinde, A Bankasından kullanmış olduğu 200.000 Euro kredi nedeniyle, ikinci geçici vergilendirme (1 Ocak – 30 Haziran) döneminde 80.000 TL, üçüncü geçici vergilendirme (1 Ocak – 30 Eylül) döneminde 40.000 TL ve dördüncü geçici vergilendirme (1 Ocak – 31 Aralık) döneminde ise 60.000 TL tutarında finansman gideri, gider kısıtlamasının hesabında dikkate alınacaktır.

TGB A.Ş., kredi geri ödemesini 31/12/2022 tarihinde yapmış olup 2022 yılında finansman gideri kısıtlamasında, A Bankasından kullanmış olduğu bu kredi nedeniyle 2022 yılı için hesaplayacağı 60.000 TL kur farkı giderini dikkate alacaktır. Diğer yandan, TGB A.Ş.'nin Euro olarak ödeyeceği %5 oranında faiz tutarının da dönem sonundaki/işlem tarihindeki kura göre tespit edileceği tabiidir.

2.9.Örtülü Sermaye, Transfer Fiyatlandırması Yoluyla Örtülü Kazanç Dağıtımı ve Binek Otomobillerde Gider Kısıtlaması Uygulamaları Nedeniyle KKEG Olarak Dikkate Alınan Finansman Giderlerinin Durumu

KVK 12.maddesine göre, "*Kurumların, ortaklarından veya ortaklarla ilişkili olan kişilerden doğrudan veya dolaylı olarak temin ederek işletmede kullandıkları borçların, hesap dönemi içinde herhangi bir tarihte kurumun öz sermayesinin üç katını aşan kısmı, ilgili hesap dönemi için örtülü sermaye sayılır*" denmiştir (www.mevzuatdergisi.com). Burada bahsedilen ortaklar veya ortaklarla ilişkili kişiler, kurumun en az %10 oranında oy veya paya sahip olduğu diğer kurumla olan ortaklığını ve yine aynı oranda o kurumda paya sahip olan gerçek kişi ve kurumları kapsamaktadır.

Örtülü sermaye, kullanılan borcun tamamını değil öz kaynağının üç katından fazla olan kısmını ifade eder. Bu kısma münhasır oluşan faiz, kur farkı gibi giderlerin kanunda gider kabul edilmemesi hüküm altına alınmıştır.

"*Transfer fiyatlandırması yoluyla örtülü kazanç dağıtımı, ilişkili kişilerin aralarında yaptıkları mal veya hizmet alım ya da satım işlemlerindeki fiyat veya bedeli, emsallerinden farklı tespit etmek suretiyle vergi matrahını aşındırmaları ve kurum kazancının vergilendirilmeden ortaklara veya diğer ilişkili kişilere aktarılması sonucunu doğurmaktadır*" (www.gib.gov.tr). Bu tanımlar neticesinde ve ilgili kanunun 11.maddesinde kabul edilmeyen indirimler başlığının altında yer almaları nedeniyle, kurum kazancının tespitinde gider olarak değerlendirilmediklerinden, finansman gider kısıtlaması hesaplarında dikkate alınmayacaktır.

Binek otomobillerde 01.01.2020 tarihinden itibaren, yapılan her türlü araç gideri akaryakıt, otopark, kiralama, kasko ve trafik poliçesi, MTV, HGS giderleri, araç bakım giderleri gibi giderlerin %30 u kanunen kabul edilmeyen gider olarak değerlendirilecektir.

Örneğin A A.Ş.'nin sahip olduğu binek otomobil için aylık yakıt gideri 6200 TL olsun. 6200 TL'nin %70'i olan 4340 TL si şirket gideri olarak gösterilebilecekken, 1860 TL olan %30 luk kısmı kanunen kabul edilmeyen gider olarak değerlendirilecektir.

Binek otomobillerde aylık kiralama bedelini aşan kısmın katma değer vergisi gider olarak gösterilmeyecektir. Bu bedel 2020 yılı için 5500 TL, 2021 yılı için 6.000 TL ve 2022 yılı içinde 8.000 TL,2023 yılında 17.000 TL ve 2024 yılında 26.000 TL olarak kanunda belirtilmiştir.

Örneğin, 2020 yılında aylık 8000 TL+ KDV'den araç kiralandığını varsayalım. 2020 yılı gider yazılabilecek kısım 5500 TL idi. Bu durumda; 8000-5500=2500 TL'nin KDV'si gider olarak gösterilemeyecek olup, 2500*0,18=450 TL'lik kısım kanunen kabul edilmeyen gider olacaktır. 07.07.2023 tarihinde 2023/78 nolu vergi sirkülerinde yapılan KDV oranlarında yapılan değişikle, genel KDV oranı %18'den %20'ye yükseltilmiştir (32241/7346 Karar Nolu CBK).

Bu kapsamda 2024 yılında aylık 50.000 TL'ye kiralanan araç için gerekli hesaplamalar yapıldığında, 2024 yılı için belirlenen binek otomobil ayık kiralama bedeli olan 26.000 TL'nin aşıldığı ve 24.000 TL'nin KDV'si olan 4800 TL'yi KKEG olarak gösteremeyeceği tespit edilmiştir.

Kurumlar vergisi kanunu 11. maddesinde bu konu ile ilgili olarak "*İşletmenin kullanmış olduğu yabancı kaynaklara ilişkin faiz ve kur farkı gibi giderlerden örtülü sermaye, transfer fiyatlandırması yoluyla örtülü kazanç dağıtımı veya binek otomobillerde gider kısıtlaması uygulamaları nedeniyle kurum kazancının tespitinde hali hazırda KKEG olarak dikkate alınmış olanlar finansman gider kısıtlamasına tabi tutarın hesabında dikkate alınmayacaktır*" (18 Seri Nolu KVGT, www.resmigazete.gov.tr).

2.10. Adi Ortaklıklarda Finansman Gider Kısıtlaması

"*Adi şirketlerin tüzel kişiliği bulunmadığından gelir veya kurumlar vergisi mükellefi sayılmamaktadırlar. Bu tür şirket faaliyetlerinden doğan kar veya zarar, ortaklar tarafından kendi hisseleri oranında kendi kazançlarıymış gibi vergilendirilir*" (18 Seri Nolu KGT, www.resmigazete.gov.tr).

"*Finansman gider kısıtlaması uygulamasında adi ortaklıklar, adi ortaklığı oluşturan ortaklardan ayrı bir birim olarak değerlendirilecektir. Adi ortaklığın finansman giderleri, adi ortaklığın ortakları tarafından doğrudan kendi finansman giderlerine dahil edilmeyecektir. Ancak, bilançolarında yabancı kaynak tutarı öz kaynak tutarını aşan adi ortaklıklarda, aşan kısma münhasır olmak üzere, yatırımın maliyetine eklenenler hariç, işletmede kullanılan yabancı kaynaklara ilişkin faiz, komisyon, vade farkı, kâr payı, kur farkı ve benzeri adlar altında yapılan gider ve maliyet unsurları toplamının %10'u ortakların hisseleri oranında, verecekleri beyannamelerinde KKEG olarak dikkate alınacaktır*" (18 Seri Nolu KVGT, www.resmigazete.gov.tr). Örneğin;

(X) A.Ş. ile (Y) Ltd. Şti.'nin eşit hisselerle kurdukları (XY) Adi Ortaklığının 2021 yılı yabancı kaynakları toplamı 800.000 TL, öz kaynakları toplamı 600.000 TL olup bu döneme ilişkin toplam finansman gideri ise 100.000 TL'dir.

(AB) Adi Ortaklığının yabancı kaynak tutarı öz kaynak tutarını aştığı için aşan kısma münhasır olmak üzere yabancı kaynaklara ilişkin finansman giderinin %10'luk kısmı ortakların kurum kazancının tespitinde gider olarak kabul edilmeyecektir.

Yabancı kaynağın öz kaynak tutarını aşan kısmına isabet eden finansman giderinin %10'luk kısmı olan (25.000 TL x %10=) 2.500 TL, ortakların kurum kazancının tespitinde KKEG olarak dikkate alınacaktır. Buna göre, (X) A.Ş. ile (Y) Ltd. Şti. kanunen kabul edilmeyen 2.500 TL'lik

bu gideri ilgili dönem için verecekleri kurumlar vergisi beyannamelerinde adi ortaklıktaki hisseleri oranında (2.5000 / 2 = 1.250 TL) KKEG olarak dikkate alacaklardır.

3. FİNANSMAN GİDER KISITLAMASI İLE İLGİLİ YAYIMLANAN ÖZELGELER

Gelir İdaresi Başkanlığı sitesinde yapılan taramalar neticesinde finansman gider kısıtlamasıyla ilgili yayımlanan özelgelerden bazıları şu şekildedir;

05.08.2022 tarih ve E-35672403-010.01[125.07.2021]-105997 sayılı Hatay Vergi Dairesi Gelir Kanunları Grup Müdürlüğü tarafından yayımlanan özelgede, yassı çelik imalatı işiyle iştigal eden bir işletmenin, emtianın maliyetine ilave edilen finansman giderlerinin finansman gider kısıtlamasına tabi olup olmadığı konusunda bilgi talebinde bulunulmuştur. İdare tarafından özelgede verilen görüşte 5520 sayılı KVK'nın 6 ve 8.maddelerine atıfta bulunulmuş, finansman gider kısıtlaması hakkında yayımlanan tebliğlerde belirtilen gider unsurlarından bahsedilmiştir. Netice itibariyle ilgili işletmenin emtianın maliyetine eklenen finansman giderinin, yabancı kaynaklarının öz kaynaklarını aşması durumunda %10'unun finansman gider kısıtlaması uygulamasına tabi olacağı ve kanunen kabul edilmeyen gider olarak dikkate alınması gerektiği görüşü bildirilmiştir (www.gib.gov.tr).

11.11.2022 tarih, E-62030549-125[11-2021/]-1317755 sayılı İstanbul Vergi Dairesi Başkanlığı Gelir Kanunları Gelir ve Kurumlar Vergileri Grup Müdürlüğü tarafınca yayımlanan "Enflasyon düzeltmesi sonucu oluşan zararın finansman gider kısıtlamasında dikkate alınıp alınmayacağı" konulu özelgede altın ve mücevherat imali ve alım satımı ile iştigal olan işletmenin her kurum geçici vergi dönemlerinde enflasyon düzeltmesi yaptığı, pasif hesapların parasal olmayan kıymetlerin enflasyon düzeltmesi sonucu oluşan enflasyon zararının ortaya çıktığı, söz konusu zararların "658 Enflasyon Düzeltmesi Zararları" hesabında izlendiği belirtilerek, enflasyon düzeltmesi sonucu oluşan zararların finansman gider kısıtlaması hesaplamasında dikkate alınıp alınmayacağı konusunda Başkanlığın görüşü talep edilmiştir.

Yayımlanan özelgede sunulan görüş ise; 18 seri nolu Kurumlar Vergisi Genel Tebliğinde açıklanan "finansman giderleri" arasında yer almadığından, oluşan zararların finansman gider kısıtlaması kapsamında hesaplamalara dahil edilemeyeceği şeklinde olmuştur (www.gib.gov.tr).

08.12.2022 tarihinde yayımlanan E-38418978-125[6-2021/21-İ]-573035 sayılı özelgede maden işiyle uğraşan bir işletmenin yurtdışına yaptığı ihracat neticesinde döviz cinsinden avans aldığı ve bu avansların 340 Alınan Sipariş Avansları hesabında takip edildiği, bu işlemden kaynaklı oluşan kur farkı zararının finansman gider kısıtlamasına dahil edilip edilmeyeceği hakkında görüş talebinde bulunulduğu ve talebe verilen görüşün avans kavramının incelenerek gelecekte yapılacak hizmet karşılığı için verilmiş olması, sipariş usulü ile mal alan işletmenin, alacağı

malın üretiminde tedarikçiye finansman imkanı sağlayabileceğinden ve satış fiyatını düşük tutmak ya da satış garantisi sağlamak amacıyla verilebileceği açıklamalarında bulunulmuş, bu doğrultuda bilançoda kısa vadeli yabancı kaynak bölümünde yer alan 340 nolu hesaba ilişkin kambiyo zararının finansman gider kısıtlamasına tabi olması gerektiği bildirilmiştir (www.gib.gov.tr).

İstanbul Vergi Dairesi Başkanlığı'nca yayımlanan 15.12.2022 tarihli, E-62030549-125[11-2021/]-1490049 sayılı özelgede, 5411 sayılı kanuna tabi ve BDDK kararı ve izni ile kurulan, varlık yönetim statüsünde olan mükellef, finansman gider kısıtlaması uygulamasına dahil olup olmadıklarıyla ilgili görüş talebinde bulunmuş ve 5411 sayılı kanunun 143. Maddesi ile Varlık Yönetim Şirketlerinin Kuruluş ve Faaliyet Esasları Hakkında Yönetmelik hükümleri çerçevesinde değerlendirilmesinden dolayı, finansman gider kısıtlaması uygulamasına tabi tutulamayacağı görüşü bildirilmiştir (www.gib.gov.tr).

4. MUHASEBELEŞTİRME

Bilanço, işletmenin kar ya da zarar durumunu görebilmek adına önem teşkil eder. Finansman gider kısıtlaması özü itibariyle kanunen kabul edilmeyen giderlerdir. Özü itibariyle bakıldığında, finansman giderleri ticari bilançoyu doğrudan etkilediği için tüm finansman giderlerinin 780. Finansman Giderleri hesabında takip edilmesi ya da 780 hesabın alt hesabı oluşturularak finansman gideri, faiz gideri, kur farkı gideri şeklinde ayrı alt hesaplarda izlenmesi, hesaplanan finansman gider kısıtlaması tutarın da nazım hesaplarda takip edilmesi bilanço oluşturulurken vergi matrahı hesaplamasının yanlış yapılmaması muhasebe açısından bu şekilde takibi ile doğru bir işlem olacağı öngörülmüştür.

5.SONUÇ

İşletmeler faaliyetlerini sürdürebilmek için kullandıkları yabancı kaynakların maliyetlerini gider olarak göstererek vergi matrahını düşük göstermek suretiyle ödenecek vergilerini azaltmaktadırlar. Ödenecek vergilerinde düşüş olmasından dolayı işletmeler yabancı kaynak kullanımını avantaj olarak değerlendirerek ihtiyaçları olmasa dahi yabancı kaynakları kullanmaktan çekinmezler. Bu durum artan yabancı kaynak kullanımı dolayısıyla işletmelerin finansal kaldıracını yükselterek riskli bir durumun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Kanuna ilk eklendiği tarih olan 1994 yılından sonra, 2004 yılında enflasyonu kontrol altına almak maksadıyla finansman gider kısıtlaması uygulamasından vazgeçilmiştir. 2007 yılında tekrar Kurumlar Vergisi Genel Tebliğine eklenen finansman gider kısıtlaması uygulamasının 2013 yılı itibariyle uygulanacağı belirtilse de bir oran belirlenmediği için yine uygulanamamıştır. 2021 yılında yapılan değişiklikle yabancı kaynakları öz kaynaklarını aşan kurumlar vergisi mükellefleri için aşan kısma uygulanmak üzere belirlenen %10'luk oran ile

uygulanmaya başlanmıştır. Finansman gider kısıtlamasının amacı ise yabancı kaynak kullanımından dolayı oluşacak olan yüksek finansal kaldıraç oranını engelleyerek işletmelerin yabancı kaynak kullanımını azaltıp öz kaynak kullanımını teşvik ederek işletmelerin ömürlerini uzatmaktır.

Finansman gider kısıtlaması tek düzen hesap planında 3 ile başlayan satıcılar, alınan depozito ve teminatlar, krediler, alınan sipariş avansları gibi alt hesapların olduğu Kısa vadeli yabancı kaynaklar hesabı ile 5 ile başlayan Öz kaynaklar hesabına kadarki olan Uzun vadeli yabancı kaynaklar hesaplarından kaynaklı oluşan faiz ödemeleri ve kur farklarını kapsamaktadır.

Bilançonun pasifinde yer alan kısa vadeli ve uzun vadeli yabancı kaynaklardan Özsermaye düşülerek işletme için finansman gider kısıtlamasının uygulanıp uygulanmayacağı kontrolü yapılmaktadır. Gelir tablosunda ise finansman giderleri, kur farkı giderleri ve faiz giderleri finansman gider kısıtlamasında yer alır. 300 ile 499 hesaplar arasında oluşan kur farkı gideri yanında geliri de söz konusuysa, kur farkı giderleri gelirlerden düşülerek denkleştirme yapılır ve böylece finansman gider kısıtlamasına tabi olacak olan rakama ulaşılarak KKEG olacak finansman giderleri rakamı hesaplanmış olur.

Uygulamaya konulan finansman gider kısıtlaması konusunun amacına ulaşıp ulaşmadığıyla ilgili olarak henüz yeterli veriler mevcut değildir. 2019 yılında dünyaya yayılan salgın 2020 yılında Türkiye'de de görülmüş ve işletmeler yarı zamanlı çalışma modeline geçiş yaptığından bankalarca yapılan ileri tarih ödemeli kredi teşvikleri neticesinde birçok işletme bu teşviklerden yararlanmış ve normal döneme göre faaliyetlerinde düşük ya da yüksek oranda azalma olduğundan uygulamanın gerçek amacına ulaşıp ulaşmadığı ileriki dönemlerde daha net gözlemlenebilecektir.

Finansman Gider Kısıtlamasının uygulamaya koyulması devlet açısından incelendiğinde ek vergi geliri sağlarken, mükellefe artan giderlerden sonra bir de bu uygulama ek vergi ödeme külfeti oluşturmaktadır.

Tebliğlerde açıkça belirtilmeyen durumların olması nedeniyle Gelir İdaresi Başkanlığınca yayımlanan özelgelerin takip edilmesi mükellefler açısından oldukça önem teşkil etmektedir. Belirsizlikler giderildiği takdirde uygulamanın da kolaylaşacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Gelir İdaresi Başkanlığı. "Transfer Fiyatlandırması Yoluyla Örtülü Kazanç Dağıtımı Hakkında Rehber 2010". www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/user_upload/yayinlar/transfer_fiyatlandirma2010.pdf

GİB, Ankara Vergi Dairesi Başkanlığı'nca yayımlanan 08.12.2022 tarihli, E-38418978-125[6-2021/21-İ]-573035 sayılı özelge, 2022.

GİB, Hatay Vergi Dairesi Başkanlığı'nca yayımlanan 05.08.2022 tarihli, 35672403-010.01[125.07.2021]-105997 sayılı özelge, 2022.

GİB, İstanbul Vergi Dairesi Başkanlığı'nca yayımlanan 11.11.2022 tarihli, E-62030549-125[11-2021/]-1317755 sayılı özelge, 2022.
GİB, İstanbul Vergi Dairesi Başkanlığı'nca yayımlanan 15.12.2022 tarihli, E-62030549-125[11-2021/]-1490049 sayılı özelge, 2022.
Kayıhan, B., Ekinci, M. A., (2021). Temel Ekonomik Göstergelerin İşletme Maliyet ve Giderlerine Etkisinin İncelenmesi: Bist Tekstil Sektöründe Bir Uygulama, Muhasebe ve Finansman Dergisi.
Topal, İ., H., "Örtülü Sermaye". Https://www.mevzuatdergisi.com/2008/03a/03.htm
1 Seri No'lu Kurumlar Vergisi Genel Tebliği. www.resmigazete.gov.tr
18 Seri No'lu Kurumlar Vergisi Genel Tebliği. www.resmigazete.gov.tr
21982 sayılı 193 sayılı Gelir Vergisi Kanunu ile İlgili Değişiklikler. www.resmigazete.gov.tr
21982 sayılı 5422 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu ile İlgili Değişiklikler. www.resmigazete.gov.tr
32241 Sayılı 7346 Karar Nolu Cumhurbaşkanı Kararı. www.resmigazete.gov.tr
3490 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, www.resmigazete.gov.tr
530 Sıra No'lu Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği, www.resmigazete.gov.tr
6 Temmuz 1994 Tarihli Resmî Gazetede Yayımlanan 213 Sayılı Vergi Usul Kanunu ile İlgili Değişiklikler. www.resmigazete.gov.tr
https://www.turmob.org.tr/hesaplamalar/Finans-Gider-Kisitlama-Hesaplama

MUHASEBE MESLEĞİNDE KADINLAR VE ÇALIŞMA HAYATINDA KARŞILAŞTIKLARI SORUNLAR

Türkan Tuğba YILDIZ URAL
Bağımsız Araştırmacı/Bilim Uzmanı
ORCID: 0000-0001-6040-8890
Prof. Dr. Ali APALI
T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,
Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu,
ORCID: 0000-0002-3521-0150

ÖZET

Muhasebecilik mesleğinin geçmişi çok uzun yıllara dayanıyor olsa da Türkiye'de 1989 yılında yasalaşmıştır. Eskiden süregelen bir anlayış ile muhasebeciliğin bir erkek işi olarak görülmesi düşüncesi tam anlamıyla kırılabilmiş değildir. 2024 TÜRMOB verileri bu algıyı destekler niteliktedir. Verilere göre 131.867 mali müşavirden yalnızca 42.108'i kadındır ve oransal olarak sadece %31'ine tekabül etmektedir.

Kadınların iş hayatına girme süreçleri, girdikten sonra da mesleğinde yükselme hedefleri karşı cins tarafından desteklenmediği gibi hemcinsi tarafından da engellenmektedir. Erkeklerin kadınlara karşı koyduğu engeller cam tavan sendromu olarak adlandırılırken, kadınların kadınlara karşı koyduğu engeller kraliçe arı sendromu olarak literatüre girmiştir. Ayrıca kişinin kendine koyduğu engel olan külkedisi sendromu da kadınları muhasebe mesleğinden uzaklaştırmaktadır. Dolayısı ile genel anlamda iş yaşamında olduğu gibi muhasebe mesleğinde de cinsiyetçi yaklaşımlar görülmektedir.

Bu çalışmada amaç, cinsiyete dayalı ayrımcılık konusu, kadın muhasebe meslek mensupları özelinde irdelenmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kavramlar: Muhasebe Mesleği, Kadın Muhasebeci, Çalışma Hayatı.

Giriş

Muhasebe, işletmelerin finansal performansını değerlendirmek, kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmak ve yönetim kararlarını desteklemek amacıyla temel bir işlevi üstlenen paydaşları açısından kritik bir meslek alanıdır. Bu alanda faaliyet gösteren muhasebe meslek mensupları, iş dünyasındaki dinamik değişimlere hızla uyum sağlamak ve karmaşık finansal süreçleri yönetmekle sorumlu olan profesyonellerdir. Son dönemde, muhasebe meslek mensuplarının rolleri giderek genişlemekte ve çeşitlenmektedir.

Muhasebe profesyonelleri arasında kadınların yer alması, işgücü çeşitliliğini artırmak ve toplumsal cinsiyet eşitliği konusundaki çabaları desteklemek adına önemli bir adımdır. Ancak, kadın muhasebe profesyonellerinin iş dünyasındaki deneyimleri ve algıları, çeşitli etkenlere

bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu etkenler çeşitli adlarla belirtilmiş, ortaya çıkışları ve etkilerinden bahsedilmiştir.

Çalışma hayatında varlığını göstermek ve korumak isteyen kadınların cinsiyetlerinden kaynaklı olarak çeşitli engellere maruz kaldıkları bilinmektedir. Bu çalışmada cinsiyet ayrımcılığı konusuna değinilerek, iş hayatında kadınların var olmaları ya da yükselmelerinin önündeki engeller teoriler çerçevesinde sırayla açıklanmaktadır.

1. Muhasebe Mesleğinde Kadın Muhasebeciler

Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yıllarından beri muhasebe mesleği var olmuş olmasına rağmen 13 Haziran 1989 yılında çıkarılan 3568 sayılı meslek kanunu ile birlikte yasal çerçeveye oturtulmuştur (Ağca & Yalçın, 2009: 37). TÜRMOB verileri incelendiğinde 2024 yılı itibariyle toplamda 131.867 meslek mensubu bulunmaktadır. Bunun yalnızca 42.108'inin kadın olduğu bilgisi paylaşılmıştır (TÜRMOB, 2024). Toplam meslek mensubunun yarısından çok daha azının kadın olduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda tüm dünyada muhasebeciliğin erkek işi olarak düşünülmesi kadınların bu mesleğe yönelmesinde etkili olduğunu açıklamaktadır (Kızılyalçın, 2021: 209). 1970'lerden başlayarak, muhasebenin cinsiyet kompozisyonu önemli ölçüde değişmeye başlamış olup, şu anda kadınlar dünyadaki muhasebe işgücünün göreceli bir yüzdesini temsil etmektedir (Baldı vd. 2019: 4). Whitten'e (2016: 6) göre, muhasebe mesleğinde cinsiyet kayması yaşanmakta ve ağırlıklı olarak muhasebe bir kadın mesleği haline gelmektedir. Muhasebede işletme faaliyetleri için personel alımlarında cinsiyet eşitliği giderek daha fazla dengelenmektedir. Ancak kadınlar muhasebe mesleğinde daha çok sekreterlik ve büro hizmetlerinde çalışmaktadırlar.

Yapılan çalışmalar her ne kadar muhasebe mesleğinde kadın sayısının arttığını gösterse de Baldo vd. (2019: 2) muhasebe mesleğinde üst düzey rollerde kadınların yetersiz temsil edilmesinin hala bir sorun olduğunu ve muhasebe mesleğinin geleneksel olarak kadınların kariyerlerinde ilerlemelerini zorlaştıran yerleşik erkek güç yapılarının hakimiyetinde olduğunu ifade etmektedir. Bu noktadan hareketle alanyazında "cam tavan" olarak ifade edilen kavram ortaya çıkmıştır.

2. Kadın Muhasebecilerin ve Kadınların Çalışma Hayatında Yaşadığı Sorunlar

Kadın muhasebeciler ve kadın çalışanlar ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. Bu konuda Aksu ve Şahin'in (2022) "Kraliçe Arı Sendromu Bağlamında Kadınların Kariyer Yolunda Erilleşme Sorununun Teorik İncelemesi" başlıklı çalışmasında, kadınların yaşadığı Kraliçe Arı Sendromu durumu ve Cam Tavan sendromu durumlarının bir getirisi olan ve kariyerlerinde başarılı olmak için yüklendikleri eril imajın, toplumsal cinsiyet ayrımcılığını

tetiklediği, kadınların kariyerine devam etme cesaretini kırdığını ve hatta devam edenlerin ise eril kültüre meydan okumak yerine duruma uyum sağladıkları için, çalışma yaşamında kadınların yetersiz temsilini güçlendirebileceği ifade edilmiştir.

Aslı Kılıç tarafından hazırlanan diğer bir çalışma ise (2023) "Kadın İstihdamındaki Kariyer Engelleri: Kraliçe Arı Sendromu" başlıklı çalışmadır. Bu çalışmada kadınların istihdam sürecinde karşılaştıkları cam duvarlar, bambu perde, cam tavan sendromu, cam uçurum, süper kadın/anne sendromu, anneliğe özgü duvarlar, kül kedisi sendromu, kraliçe arı sendromu, göstermelik ödün verme, yengeç sepeti sendromu, pembe taciz (mobbing), görünmez kadın sendromu ve öğrenilmiş çaresizlik sendromu gibi sorunlar ele alınmıştır.

Kadın çalışanların iş hayatında karşılaştığı sorunlar oldukça fazladır. Bu sorunları Aksöz ve Eroğlu Durkal (2021) şu şekilde sıralamıştır; işe alımda ayrımcılık, ücretlendirmede ayrımcılık, eğitimde ayrımcılık, iş-aile çatışması, psikolojik taciz (mobbing), cinsel taciz bunlardan öne çıkanlarıdır.

Muhasebecilik mesleği eski dönemlerden itibaren erkeklerin yapabileceği bir iş olarak görülmekte ve kadınların daha çok ev işi, bebek bakımı gibi alanlarda olmasının doğru olduğu düşüncesi toplumda hakimdir. Fakat teknolojinin, yaşam standartlarının ve kişisel düşüncelerin değişimiyle birlikte kadınların iş hayatına atılması, farklı alanlarda meslek sahibi olması bu algıyı değiştirmiştir. Yine de tam anlamıyla bir değişim söz konusu olmadığından iş hayatında kadınların türlü engellerle karşılaştığı görülmektedir. Bu engeller bazen erkekler tarafından kadınlara koyulan engeller, kadınların kadınlara koyduğu engeller ya da kadının kendisine koyduğu engellerdir. Sektör fark etmeksizin bu engellerle kadınlar her alanda karşılaşmaktadır.

2.1. Cam Duvarlar Kavramı

Sneed (2007) cam duvar kavramını, kadın çalışanların bazı birimlere ulaşmasını engelleyen ve sadece belli başlı işler veya belirli birimlerde yoğunlaşmasına neden olan görünmez engeller olarak tanımlamaktadır.

Cam duvarlar kavramı iş hayatında kadınların ve azınlık grupların karşılaştığı sorunlar arasında yer almaktadır. Kavram, meslek hayatında yatay hareket sırasında karşılaşılan sorunları ifade etmektedir. İş hayatında meslekte yükselmek için çalışılan işletme içinde yatay olarak bölümler arası hareketliliği ifade eden cam duvarlar metoforu, kadın çalışanları işletme içi farklı birimlerde çalışmanın onlara sağlayacağı bilgi ve deneyimden alıkonulmalarına neden olmaktadır. İstediği departmanda görevlendirilmeyen kadınlarda bu durum kadınların iş motivasyonunu düşürerek performanslarını olumsuz etkilemektedir (Yıldız, 2014: 130).

Cam duvar kavramı, alt kademelerde çalışan kadınların bölümler arası geçiş yapmalarının önündeki engel ve bunun sonucu olarak düşük potansiyelli işlerde istihdam edilmelerine neden olan, cinsiyete dayalı bir ayrımcılık kavramıdır.

Muhasebe mesleğinde çalışan kadınlar açısından, zaten meslekte var olmalarının zor olmasının yanı sıra çalıştıkları işletmeler tarafından yaptırılan tek bir iş dolayısıyla mutluluklarını engelleyen ve sonuç olarak motivasyon ve meslekte yükselme gibi durumların olmayacağı düşüncesine kapılarak tek düze iş yaşamını sürdürmeleri, bu metaforun bir getirisidir.

2.2. Bambu Perde

Bambu perde kavramı, ırkçılığın bir getirisidir. Şöyle ki bu kavram Çinli kadınların sosyal ve ekonomik hayatta olmalarını ve yükselmelerini engelleyen bir durumdur. Liderlik, iletişim, özgüven gibi yönetsel potansiyellerinin olmadığı gerekçesiyle özellikle de uluslararası işletmelerde çalışan Doğu Asyalı kadınların herhangi bir sebep gösterilmeksizin ya da incelemeye tabi tutulmadan sadece kökenleri dolasıyla elenmelerine neden olmaktadır (Kılıç, 2023: 17).

Kadınlar, erkek egemen toplumlarda sosyal ve ekonomik olarak kendilerini gösterme şansı verilse dahi kasıtlı olarak geride kalmaları sağlanmaktadır. Böyle bir durumda kadınlar kurban rolünde olmayı kabul etmeyerek kendileri için çeşitli fırsatlar yaratmakta ve girişimci olmaktadırlar (Aydın Tükeltürk & Şahin Perçin: 117).

2.3. Cam Tavan Sendromu

Cam tavan terimi ilk kez 1978'de Marilyn Loden tarafından New York'taki Kadınlar Fuarı'nda kullanılmıştır. Loden, orta düzey bir yönetici olarak kariyerinde yükselirken, görünmeyen bir engel ile karşılaşmasını "cam tavan" olarak tanımlamıştır. Kadınların sadece kadın olduklarından dolayı kariyerlerinde yükselmelerine engel olan sosyal engelleri ifade eden bir kavramdır (DBE, 2024). 1984 yılında Gay Brant tarafından "kadınların iş hayatında orta düzey yöneticilik gibi bir noktaya kadar ulaşıp bu noktayı aşamamaları" şeklinde tanımlanan cam tavan sendromu ile ilgili 1991 yılında Amerika İş Kurumunda bir komisyon kurulmuştur. Kavram ilk çıktığında daha çok kadınların iş hayatında daha üst düzeylere çıkabilme imkanlarının olmasına rağmen karşılaşılan engeller için kullanılırken, şimdilerde siyahi ırk, göçmen gibi azınlık gruplar içinde kullanılmaktadır (Kılıç & Çakıcı, 2016: 284).

Kadınlar toplumsal statülerini yükseltme çabalarında kariyer ilerlemeleri sırasında görünmeyen engellerle karşılaşmaktadırlar. Bu engeller, kadınların daha üst düzey pozisyonlara yükselmelerini sınırlayan ve adeta bir cam tavan gibi görünmeyen bariyerlerdir (Akbaş & Korkmaz: 75). Cam tavan sendromu, kadınların işletmelerde alt ve orta düzey pozisyonlarda yoğun bir şekilde istihdam edilmesine ve üst düzey yönetim pozisyonlarına yükselme

fırsatlarının sınırlanmasına sebep olmaktadır. Bu sendrom, özellikle finans, politika, teknoloji ve akademi gibi çeşitli sektörlerde karşımıza çıkmaktadır. Singapur ve Malezya'daki orta düzey kadın yöneticiler üzerinde yapılan araştırmaya göre, cam tavan, kadınların iş ortamlarında kariyer ilerlemesinin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Kadınlar, terfi zorlukları, ağ oluşturma ve mentorluk eksikliği, yetersiz kurumsal destek gibi faktörlerle mücadele ederek üst düzey yönetici pozisyonlarına yükselmekte zorlanmaktadır (Erdirençelebi & 2018:95-119).

Yapılan araştırmalar sonucunda tüm dünyada iş dünyasının üçte birlik bölümünde kadınların yönetici pozisyonunda olmadığı, diğer sektörlerde ise yönetim pozisyonunda bulunan kadınların oranının %22 olduğu bilinmektedir. Oransal olarak yeterli büyüklükte olmasa dahi cam tavan sorununun kırılmaya başlandığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Akbaş & Korkmaz, 2027: 75).

2.4. Cam Uçurum

Cam tavan sendromunun aşılmasının ardından kadın yöneticilerin karşılaştıkları cam uçurum sendromu gelmektedir. Bu kavram kadın yöneticilerin erkek yöneticilere göre başarısızlık ihtimalinin daha yüksek olduğu durumları ifade etmektedir. Ekonomik açıdan standart ilerleyen ya da yükselişte olan bir işletmede erkek yönetici tercih sebebiyken, düşüş yaşayan bir işletmede yönetici olarak kadınlar tercih edilmektedir. Bunun nedeni ise 2003 yılında yapılan bir çalışmanın sonucudur. Çalışmada Londra Borsasının en büyük şirketleri incelenmiş ve sadece erkek yöneticiler tarafından yönetilen şirketlerin sadece kadın yöneticiler ya da kadınların yönetimde fazla olduğu şirketlere göre başarılarının ortalamanın üzerinde olduğu ve sadece kadın yöneticilerin ya da kadın yöneticilerin çoğunlukta olduğu şirketlerin ise sergilediği kötü performans, cam uçurum olarak yapılan bu ayrımcılığın devam ettirilmesindeki en önemli kanıt olmaktadır (Akbaş & Korkmaz, 2017: 76).

Kadın yöneticilerin performanslarını olumsuz algılamaya sebep olan bu araştırma sonucunda kadın muhasebecilerin mesleklerindeki yükselme çabalarının daima devam etmesi gerektiği düşünülmektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar gösteriyor ki; kadınların yönetici pozisyonunda oldukları şirketler nakit yönetim konusunda daha başarılı olmaktadır. Bu sonuçlar neticesinde Türkiye'de 2013 yılında "Kurumsal Yönetim İlkelerinin Belirlenmesine ve Uygulanmasına İlişkin Tebliğde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ" ile işletmelerin yönetim kurulunda en az bir kadın üye bulunması ilkesi düzenlenmiştir (Çalış vd., 2020: 360).

2.5. Süper Kadın / Anne Sendromu

Süper kadın sendromunu Feinberg (2010) tarafından kadınların hem iş hayatında hem de ev hayatındaki sorumluluklarında yetkin olmaları ve iki rolü de aynı anda aynı düzeyde

yönetmeleri gerektiği düşüncesi olarak tanımlamıştır. Çalışan kadınların anne olduktan sonra dahi görsel anlamda kendilerinden ödün vermemeleri, işe, çocuğa ve ev hayatına yetişebilmeleri, kadının yaptığı her işte başarılı olması düşüncesi psikolojik olarak da problemlere neden olmaktadır. Özellikle iş hayatında güçlü olabilmek ve bulunduğu konumu koruyabilmek için rekabet söz konusudur. Yapılan araştırmalar, kadınların hem kariyer hem ev hayatını etkili şekilde sürdürebileceklerini göstermektedir (Kılıç, 2023: 25).

Aktif çalışma hayatında yer almayan kadınlar, çalışan annelerin sağlıklı nesiller yetiştiremeyeceği düşüncesi içinde olduğundan dolayı çalışan anneler bu düşünceleri yıkabilmek için çok fazla performans göstermek zorunda kalmaktadır. Bu düşüncelerle kendini baskı altında hisseden çalışan kadınlar işe gitmek durumunda kaldıklarından dolayı çocuğuyla yeteri kadar vakit geçiremediği ve onu yalnız bıraktığı hissinden dolayı sürekli olarak suçluluk duymaktadır. Böyle bir durumda çalışan anne iş hayatında, ev işlerinde ve çocuğunun geleceğiyle ilgili durumlarda mükemmeliyetçilik arar bu da süper kadın sendromunun en belirgin özelliği niteliğindedir.

Kadınlardan sosyal hayatta ve iş hayatında beklentiler oldukça yüksektir. Kadınlar doğaları gereği aynı anda birçok şeyi düşünebilir, birçok işi yapabilirler, bu noktada sosyal hayatta da iş hayatında da yeterli desteği gördükten sonra, kendini baskı altında hissetmedikten sonra yeterli motivasyonla hem ev hem kariyer hayallerini gerçekleştirebilirler. Kadın muhasebeciler açısından bakıldığında, vergilendirme ile ilgili olarak sürekli değişen ya da yeni vergilendirme araçları çıkarılması durumu var olan iş yüklerini daha da arttırmaktadır. Anne olan kadın muhasebecilerin bu noktada ekstra zorlandıkları düşünülmektedir, çünkü her ay belli tarihlerde belli işlerin yapılıp bitirilmiş olması ve çocuklarında sorumluluklarıyla beraber zorlanmaları elbette çok olası hal almaktadır. Kendi ofisi olan kadın muhasebeciler için ise tek avantajının çocuğunun ofise gelip orada vakit geçirmesi, annelikten kaynaklı endişe durumunu giderebilir diye düşünülmektedir.

2.6. Anneliğe Özgü Duvarlar (Maternal Walls)

Kariyer hayatında sadece cinsiyetten dolayı dahi ayrımcılık yaşayan ve engellemelerle savaşmak zorunda olan kadınlar, anne olduktan sonra da önceliğinin annelik olacağı düşüncesinden dolayı işe alımlarda ya da terfilerde tercih sebebi olamamaktadırlar. Bu durum anneliğe özgü duvarlar olarak adlandırılmaktadır (Aydın Tekeltürk & Şahin Perçin, 2008: 117). Bu duvarların aşılabilmesi için, doğum yapan anneye çalışma saatlerinde esneklik, bebek ile ilgili çözüm odaklı destekler sunulması, babalara izin verilmesi, annelerin değişen dünyası için onu motive etmek adına görünmeyen ve ücretsiz olan emeklerinin karşılığının verilmesi bu noktada destekleyeceği bir adım olacaktır.

2.7. Külkedisi Sendromu

Türkçeye külkedisi sendromu olarak geçen Cinderella sendromu, tıpkı masaldaki karakter gibi bulunduğu durumu kabullenip bir kurtarıcı beklemek manasına gelmektedir. Kadınlar özellikle yaşları ilerledikçe de artan başkası tarafından kurtarılma, bakılma isteği içindedirler. Kadınların birçoğu özgüven eksikliği duyduğundan bir erkeğin himayesine ihtiyaç duyabilmektedir. Özgüven sorunu olmasa dahi bağımsızlık hissinden dolayı dişil enerjilerini kaybedeceğinden korkarlar (Saha & Safri, 2016: 119).

Sendromun bir diğer boyutu ise çalışma hayatında bizden istenilenin fazlasını yapmak ve bunu karşılığında sevilme beklentisi ya da terfi gibi bir ödül alınacağı düşünülmektedir. Bu durum gerçekleşmediğinde külkedisi sendromu ortaya çıkmaktadır (Gündüz, 2017: 85).

2.8. Kraliçe Arı Sendromu

Kraliçe arı sendromu ilk kez 1974 yılında, Michigan Üniversitesi araştırmacıları Graham L. Staines, Carol Tavris ve Toby Epstein Jayarante'nin ortak çalışmaları olan ve yirmi binin üzerinde kadın çalışandan elde edilen verilerin bir araya getirildiği bir anket çalışmasıyla literatüre giriş yapmıştır. Bu kavram, kadın iş liderlerinin belirli davranış kalıpları açısından tanımlanmasında kullanılmaktadır (Özülke, 2016).

Kraliçe arı sendromu, kadın meslektaşlarına karşı ayrımcı olan kadınları, kadın liderlerin bilinçli şekilde kendi konumunu korumak için üst yönetim pozisyonlarındaki diğer kadınları uzaklaştırmaları, üst yönetimde bulunan kadınların, diğer kadın çalışanları ezerek ve yok sayarak yönetme durumunu ifade etmektedir (Karakuş, 2014: 336). Böyle bir durum daha çok ön muhasebe, insan kaynakları alanında çalışan kadınlar tarafından, yönetici kadınlarla çalışmak istememeye ve meslekle ilgili olarak kadın sayısının düşmesine de neden olmaktadır. Kraliçe arılar, kazandıkları bu ödülü çeşitli zorluklarla ve büyük bir gayretle kazandıkları için bu başarının kolay olmadığını, bu yüzden dolayı da kadın çalışma arkadaşlarının da aynı zorlukları yaşayarak yükselmelerinin doğru olduğuna olan inancından onlara yardım etmekten çekinerek empatiden uzaklaşmaktadır.

Kraliçe arı sendromunun üç ana özelliğinden bahsetmek mümkündür (Zel, 2002);

- Erkek davranışlarını özümseyerek hemcinslerine karşı kullanmak,
- Kadın çalışanların rekabetini bertaraf etmeye çalışmak,
- Çalışma ortamındaki cinsiyete dayalı ayrımcılığı yok saymak.

İşletmelerdeki kadın yöneticiler kraliçe arıya benzetilse dahi çalışma ortamında var olduğu konumu korumak ve sürdürmek için eril kişilik sergilemesi gerektiğini düşünmektedir. Bu davranışları alt kademelerde çalışan kadın çalışanlara karşı kullanırlar. Kendi statüsünü

korumak için diğer hemcinslerini uzakta tutmak istemektedirler ve bunun için diğer kadınların yanlış yapmasına zemin hazırladıkları görülmektedir (Kılıç, 2023: 30).

2.9. Göstermelik Ödün Verme (Tokenism)

Tokenism kavramını literatüre kazandıran Kanter olmuştur. Kanter (1977) yaptığı bir araştırmada, örgüt içinde bulunan ve bu kişilerin cinsiyet, ırk, etnik köken, cinsel yönelim gibi farklılıklarından dolayı örgüt içindeki toplam payının %15 ya da daha azını oluşturan bu kısım için token adını vermiştir. Geriye kalan %85'lik kısmı ise baskın grup olarak adlandırmaktadır. Erkek işi olarak düşünülen (asker, polis, pilot vs) meslek gruplarında kadınlarında istihdam edilmeye başlanılmış olması ve mesleğe başlayan kadınların görece az olması bu durumun anlaşılması konusunda iyi bir örnektir. Ayrıca yine kadın mesleği olarak bakılan (hemşirelik, anaokulu öğretmenliği vs.) mesleklere de erkeklerin katılıyor olması aynı durumdur. Her iki durumda da cinsiyetten kaynaklı bir azınlık grup ve ayırımcılık söz konusu olmaktadır. Bu ayırımla ilgili Kanter çalışmasında üç tür deneyim olduğunu öne sürmektedir. Bunlar performans baskısı olarak adlandırdığı azınlık grupların iş performansının olması gerekenden daha fazla olduğunu bununda stres ve kaygıya neden olduğunu, sınırların yükselmesi dediği durumun çoğunluk grupta yer alanların yaptığı işleri ve bağlarını daha yüksek göstermesi olduğunu ve rol tuzağı durumunun ise çoğunluğun azınlık olanlar için olan önyargıları nedeniyle yine kendilerini baskı altında hissederek onların belirlediği sınırlarda hareket etme durumu olarak açıklamaktadır (Kurt Yılmaz & Sürgevil Dalgıç, 2020: 86). Buradan hareketle erkek işi olarak görülen mesleklerde ya da kadın mesleği olarak adlandırılan işlerde karşı cinsiyetin istihdam edilmesi, sanki eşit muamele ile çalıştırılıyor gibi gösterilmesi durumu göstermelik ödün verme sendromu olarak adlandırılmaktadır (Kılıç, 2023: 30).

2.10. Yengeç Sepeti Sendromu

Kavramın ilk ortaya çıkışı Filipinler'de yaygın olarak anlatılan balıkçı hikâyesinden türemiştir. Hikâyeye göre, kumsalda yürüyen adam, kovasında yengeçler olan balıkçıya yengeçlerin kaçacağını söylemiştir. Bunun üzerine balıkçı da kovada bir yengeç olsaydı bunun mümkün olacağını, fakat birden çok yengeç olduğu için ve çıkmaya çalışan yengece destek olmak yerine hepsi çıkmak istediğinden ve birbirlerini aşağı çekerek bunu yapmalarından kaynaklı olarak oradan çıkamayacaklarını belirtmiştir. Bu hikâyeden hareketle bu durumun hem bireysel hem de toplumsal açıdan olumsuz sonuçlara neden olacağı düşünülmektedir (Fettahlıoğlu & Alkış Dedeoğlu, 2021: 1225). Kavram birçok çalışmada farklı şekillerde ifade edilmektedir;

Bulloch'a (2013) göre bu sendrom herkesin içinde bulunduğu durumun aynı olması halinde negatif tutumda bulunanların başarılı olmak isteyenleri aşağı çekmesi durumunu ifade etmektedir.

Soubhari ve Kumar (2014) ise kişilerin başkaları güç duruma düştüğünde kendilerine bu durumun avantaj sağladığını ve istediklerini elde konusunda hayallerine daha çok yaklaştıklarını ifade etmişlerdir.

Yengeç sepeti sendromu sadece kişisel özelliklere göre tanımlanabilecek bir durum değildir. Tanımlama bireydeki zihinsel ve duygusal olumsuzluklarla beraber örgüt içinde de bu olumsuzlukların diğerleri tarafından kabul görmesi ve uygulanması şeklinde tanımlamak daha doğru bir açıklama olacaktır (Fettahlıoğlu & Alkış, 2021: 1226).

Yengeç sepeti sendromunun özelliklerinden Abugar (2014) yaptığı her şeyle gurur duyarak başkalarının yaptıklarını küçümseyen, çalışma arkadaşlarını rakip olarak gören ve onların başarısında paniğe kapılan, merhametsiz ve bu zihniyeti taşıdığını kabul etmeyen bireylerdir şeklinde bahsetmektedir.

Bu sendrom cam tavan ve kraliçe arı sendromuyla benzerlik göstermektedir. Fakat buradaki ayırıcı nokta, yengeç sepeti sendromunda kadın ya da erkek olması gibi cinsiyetçi bir ayrım gözetilmemektedir (Fettahlıoğlu & Alkış, 2021: 1227).

2.11. Pembe Taciz (Mobbing)

İnsanlar hem bireysel düzeyde hem de örgüt içinde, mobbing olarak adlandırılan olumsuz bir duruma maruz kalmakta ve bu durum, bireylerin ve toplum sağlığının zarar görmesine neden olmaktadır. Bu terim, Heinz Leymann tarafından ilk kez kullanılmıştır. Heinz, bu terimi, işyerinde devam eden saldırgan ve düşmanca tutumları tanımlamak ve aynı zamanda mobbingin bireyler üzerindeki olumsuz etkilerini açıklamak amacıyla kullanmıştır. Heinz Leymann'a göre, mobbing bir iletişim biçimidir. Bir veya daha fazla kişinin işyerinde diğer bir çalışanla iletişim kurarak, kişiyi savunmasız ve çaresiz hissettiren psikolojik bir korku ortaya çıkaran, doğası gereği rutin ve etik olmayan bir durumdur. Ferrari (2004, 2) mobbingi, bir veya daha fazla kişinin bir takıma yönelik duygusal saldırı olarak nitelendirmektedir, bir başka ifadeyle, sürekli olarak bir başka kişiye veya gruba yönelik etik dışı düşmanca davranışlarda bulunmaktır Aşkın & Aşkın, 2018: 257). Erkekler genellikle iş hayatında daha fazla ilgi odağı olmaktadır. Kadın işçilerin, erkek egemen iş sektöründe kendilerine yer bulmaları zorlayıcı olabilir ve bu durum, kadınların iş dünyasında mobbinge maruz kalma olasılığını artırabilir. Kadınlara yönelik işyeri tacizi, çalışma koşulları, işe alım süreçleri, ücret politikaları, işyeri davranışları, terfi ve istifa tutumları gibi bir dizi konuyu içerebilir (Şalvarcı Türeli & Dolmacı, 2013: 85-86). Bir olayın mobbing olarak sınıflandırılabilmesi için bazı özelliklerin bulunması gerekmektedir (Çetinkaya, 2015: 5-6);

- Tacizci veya kişiler ile hedef kişi arasında ayrım olması,

- Yeterince uygulanmış ve dikkatle düşünülmüş olması,
- En az 6 aylık bir süre boyunca devam etmesi,
- Ayda birkaç kez tekrarlanması,
- Maruz kalan kişinin işten çıkarılmasını öncelik haline getirmiş olması,
- Bu davranışın kötü muameleyle karakterize edilmesi.

Mobbinge maruz kalan kadınlar hem fiziksel hem de psikolojik sağlıklarında bozulmalar yaşamakta, çalışma motivasyonları ciddi oranda azalmakta ve sonuç olarak iş kaybına uğramaktadırlar. Stres, uykusuzluk, iştahsızlık, kaygı, gerginlik, depresyon ve panik atak gibi sağlık sorunları, mobbinge maruz kalan kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık görülmektedir. Kadınlar, mesleki görevleri ile ebeveynlik ve çocuk bakımı gibi tipik sorumlulukları dengelemeye çalıştıkları için mobbing nedeniyle ek bir yük altına girmektedirler. Aile yaşamlarını iş sorumluluklarıyla dengeleme çabası, kadınları daha büyük fiziksel ve zihinsel zorluklarla karşı karşıya bırakmaktadır (Seval, 2017: 189-190).

Muhasebe biriminde çalışan kadınların işverenleri tarafından yaptıkları işler ya küçük görüldüğünden ya da iş yapmıyor şeklinde bir düşünce yarattığından, işverenler ve bunun getirisi olarak farklı birimlerde çalışan diğer personeller tarafından da aynı şekilde algılanmaya neden olmaktadır. Çalışma hayatında, kadınlara kişisel potansiyellerine göre değil de daha hafif işler verilmesi ve bunun sonucunda işletme içinde ve kadın çalışanın kendi içinde değersiz hissettirilmesi de yine bir mobbing türü olarak kabul edilmektedir.

2.12. Görünmez Kadın Sendromu

Neredeyse yarısı kadın olan dünya nüfusunda, kadınların yönetim kademelerinde yer almamaları, eril toplumun hakimiyetinde ve söz sahibi olamadıkları alanda verilen kararlara uymak zorunda kalmaktadırlar. Bunun sonucunda fikirleri alınmayan ya da göstermelik olarak düşüncelerine yer verilen kadınlar toplumda ve örgütte silikleşmeye, saf dışı bırakılarak yok sayılmalarına neden olmaktadır. Toplumda ya da örgüt içinde bu duruma maruz kalan kadınlar işimi yaparım (çalışmıyorsa ev hayatı ve çocuk bakımı olarak) yeter şeklinde düşünmeye sevk edilmiş durumdadırlar. Bu durumdaki kadınlar üst kademelere yükseldiğinde tıpkı kraliçe arı sendromunda olduğu gibi, astı konumundaki kadınları ve kendilerini önemsememeye başladıklarını ifade etmektedirler (Kılıç, 2023: 34). Görünmez kadın sendromunun cam tavan sendromunun bir getirisi olarak iş hayatında görüldüğünü belirten Jackson, üst kademelerde ve karar mekanizmalarında söz sahibi olmayan kadınların verilen kararlar üzerinde etkisinin kısıtlı olduğundan bahsetmektedir (Jackson, 2001).

Kadın muhasebecilerde de yine cinsiyetten kaynaklı olarak, erkeklere göre bu işi yapamayacakları, yapsalar dahi başarılı olamayacak ve yanlış yapacakları düşüncesinden dolayı müşavirlik işlerini yaptırmak istemeyen ya da sadece kadın olduğu için daha düşük ücretlere bu işi yaptırabilecekleri düşüncesi toplumda karşılık bulmaktadır.

2.13. Öğrenilmiş Çaresizlik (Learned Helplessness)

Kavram ilk olarak 1960'lı yıllarda Pennsylvania Üniversitesi'nde Martin Seligman ve arkadaşları tarafından köpeklerin üzerinde yapılan deneyle ortaya çıkmıştır. Deneyde köpeklerin kendilerine verilen şoklara giderek alışmaları ve sonrasında herhangi bir tepki vermedikleri görülmüştür. Seligman ve arkadaşları bu durumu öğrenilmiş çaresizlik olarak adlandırmaktadır (Aktan & Yay, 2016: 59).

Psikolojik açıdan bakıldığında bireyin geçmiş girişimlerinin başarısızlıkla sonuçlanmış olması ve bunun tekrarlanıyor hale gelmesi durumu öğrenilmiş çaresizlik olarak adlandırılmaktadır. Böyle bir durumla karşılaşan birey hissettiği bu çaresizlikten dolayı istese dahi başarılı olamayacağını düşünür ve bir girişimde bulunmaktan vazgeçer (Özdemir, 2023).

2.14. İşe Alımda Ayrımcılık

Kadın erkek ayrımcılığını önlemeye ve aralarında eşitliği sağlamaya yönelik anayasa başta olmak üzere ulusal mevzuatta da pek çok ifade yer almış olmasına karşın uygulamada toplumsal ve kültürel yapının etkisiyle cinsiyet ayrımcılığı yapılarak işe alımlar söz konusu olabilmektedir. Bu düşüncenin temelinde kadınların ev içi sorumlulukları nedeniyle iş yaşamlarına daha az enerjilerinin kalması, evlendiklerinde ve çocuk sahibi olduklarında işi bırakabilme ihtimallerinin olması vardır. İşverenler kadın çalışanların hamilelik, doğum izni, süt izni, çocuk ve yaşlı bakımı gibi durumlarla ilgili doğrudan ve dolaylı maliyetlerini üstlenmekten kaçınmaktadırlar. İşgücü piyasasında işverenlerin erkek ağırlıklı istihdamı ve işe alımlarda toplumsal cinsiyete dayalı ayrımcı yaklaşımları, kadınların işgücüne katılımları önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Çünkü çalışma hayatında, işverenler gelenekselleşmiş önyargılarıyla kadınların erkeklere nazaran daha az etkili ve güvenilir olduğunu düşünmektedirler. İşverenlerin erkek işgücünü tercih etmelerinde cinsiyetçi bakış açısının yanısıra erkek işgücünün sağladığı maddi kolaylıklar da etkili olabilmektedir (Aksöz & Eroğlu Durkal, 2021: 5).

2.15. Ücretlendirmede Ayrımcılık

Kadınların iş yaşamında daha fazla var olamamalarının nedenlerinden biri de ücretlendirmede yapılan ayrımcılıktır. Bu konu İş Kanunu'nun 5. maddesinde "*Aynı veya eşit değerde bir iş için cinsiyet nedeniyle daha düşük ücret kararlaştırılamaz. İşçinin cinsiyeti nedeniyle özel koruyucu hükümlerin uygulanması, daha düşük bir ücretin uygulanmasını haklı kılmaz*" şeklinde ifade

edilmektedir. İş Kanunu ücretlendirmede farklılığı yasaklamış olsa da kadınlar genel itibariyle asgari ücretle ya da altında çalıştırıldıkları bilinmektedir (Farımaz, 2017: 94). Çalışma hayatında kadınlar ile erkekler arasında ücretlendirmede eşitsizlik yaşanması temel olarak toplumda kadının öncelikli görevinin annelik, erkeğin öncelikli görevinin ise eve gelir getirmek olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır (Çelik & Akar Şahingöz, 2018: 373). Ancak aynı niteliğe sahip olup aynı işi yapmasına rağmen erkeklere nazaran kadınların daha düşük kazanç elde etmeleri, kadınların hem işgücüne katılımlarını hem de verimliliklerini olumsuz etkilemektedir (Susam, 2013: 34).

2.16. Eğitimde Ayrımcılık

Kadınların iş hayatındaki zorluklar genellikle eğitim koşullarından kaynaklanmaktadır. Eğitim almak ve kariyerlerini ilerletmek için verdikleri mücadele, kadınların iş sektöründe ötekileştirilmesine neden olmuştur.

Gelişmekte olan ve desteklenen ülkelerin sürekliliği sağlamak için eğitim seviyelerini yükseltmeleri önemlidir. Bu eğitimlerin planlanması ve hazırlanması, bireylerin iş yerindeki kişilerarası becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Aile genellikle bireyin ilkokula başlamasına öncülük eder ve ardından eğitim süreci devam eder. Ancak birçok kültürel, ekonomik ve coğrafi faktör, eğitimde eşitsizliğe katkıda bulunmaktadır. Eğitime sınırlı erişimi olan bireyler, sosyalleşme konusunda diğerlerine göre daha fazla engel ile karşılaşabilirler (Çakır, 2008: 31). Türkiye'de ise önemli bir toplumsal sorun, eğitim eşitsizliğidir. Eğitimini tamamlayan bireylerin çoğunluğu, beş yıllık ilkokulu bitirenlerden oluşmaktadır. Ayrıca, okuma-yazma bilmeyenlerin oranı da oldukça yüksektir. Sosyal eşitsizlik sıklıkla eğitimsel eşitsizliklerle ilişkilidir. Eğitim, toplumsal eşitsizliğin devam edeceği inancıyla doğrudan bağlantılıdır. Toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin ortadan kaldırılması, eğitimdeki eşitsizliğin azaltılması için kritik öneme sahiptir (Doğru, 2010: 33).

İstenilen eğitim düzeyine ulaşamayan kadınlar, çalışma zorunluluğu nedeniyle aldıkları tazminatla yetinmişlerdir. Dolayısıyla, eğitimin kadının hayatındaki önemi ve gerekliliği açıkça ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, eğitim düzeyi arttıkça kadın çalışanların işlerine daha kararlı ve bağlı oldukları, örgüte duydukları uzun vadeli bağlılığın arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Diker & Karacaoğlu, 2010: 23).

2.17. İş-Aile Çatışması

İş ve aile çatışması, kadınların kişisel yaşamlarında karşılaştıkları temel bir engeldir ve bu sorunu aşmak son derece zordur. İş ve aile hayatından kaynaklanan çatışmalar, aynı anda meydana geldiğinde sorunlara yol açabilmektedir.

Sanchez, Perez ve Carnier'in (2004) analizlerinde, aile üyelerinin istekleri ile işveren talepleri arasında var olan bir çatışmayı tanımlamıştır. Bu çatışmanın sosyo-kültürel yapı, ekonomik başarı, erkek veya kadın partnerlerin kişilik özellikleri, çocuk sahibi olma durumu ve çalışanın bulunduğu iş ortamının koşullarıyla doğrudan ilişkilendirildiği belirtilmektedir (Uyguç, 2016: 96). Kadınların iş hayatına katılımı genellikle finansal kısıtlamalarla ilişkilendirilmektedir. Aileler, finansal zorluklar ve diğer ekonomik sıkıntılarla karşı karşıya kaldığında, kadınlar genellikle ev ekonomisine destek olmak ve kendi gelirlerini sağlamak amacıyla ticari faaliyetlere dahil olmaktadır. Ancak, geleneksel toplumsal yapıdaki bazı erkekler, kadınların aileye, eşe ve çocuklara karşı sorumluluklarını yerine getiremeyecekleri endişesiyle ticari faaliyetlere katılmaması gerektiğini savunmaktadır. Kadınlar iş dünyasında kariyer peşinde koşarken aynı zamanda evle ilgili birçok sorumluluğu üstlenmek durumunda kalabilirler. Geleneksel sosyal çevrede yetişmiş erkeklerin, bu değişime uyum sağlamaları genellikle zor olabilmektedir. Aile, görevleri paylaşarak ve ortak zamanı artırarak daha iyi sonuçlar elde edebilir. Ancak, bazı insan grupları bu değişiklikleri benimsemekte isteksiz olabilir. Geleneksel sosyal hiyerarşide yetişmiş erkeklerin bilişsel süreçleri, bu yeni ortama uyum sağlamakta güçlük çekebilir (Kapız, 2002: 11).

Geleneksel toplumsal düşünceler ev işlerini kadınların işi olarak görmektedir. Çalışan kadınların çalışma hayatındaki sorumluluklarının yanı sıra eve geldiklerinde de ev içinde sorumlulukları devam etmektedir. Bu durumda, işten gelen kadınlar için evde ikinci bir mesai söz konusudur. Kadınların çalışma hayatına katılımı da toplum ve aileleri tarafından ev içindeki bu işlerini aksatmamaları halinde kabul edilmektedir. Çünkü modernleşme sürecine rağmen kadınların ev içindeki işlerden sorumlu tutulması değişmemiştir (Aksöz & Eroğlu Durkal, 2021: 148). Aile ve eş desteği, kadınların iş konularında kendilerini daha güvende hissetmelerini sağlayarak, görevlerini daha etkili bir şekilde yerine getirmelerine yardımcı olabilir. Bu destek, kadınların özveriyle çalışmalarını teşvik eder ve kariyer hedeflerine odaklanmalarını sağlar. Bu yaklaşım, kadınların işlerine bağlı, ilerlemeye motive, bilinçli ve iş yükünü paylaşmaktan çekinmeyen bir tutum sergilemelerine yol açmaktadır (Kızıldağ & Kula, 2009: 236).

2.18. Cinsel Taciz

Cinsel taciz kavram olarak ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır. 1975 yılında Amerikan feministleri tarafından kullanılmaya başlayan bu deyim, kısa bir süre sonra Amerika'da medyanın ilgisini çeken popüler bir konu olmuş, birbiri ardına verilen mahkeme kararlarıyla çok önemli bir hukuksal boyut kazanmıştır. Bir süre sonra ise, Avrupa'da, hatta Japonya'da gündem konusu olmuştur. Kavram olarak cinsel bir menfaat sağlanması söz konusu

olmayan cinsel tacizde, cinselliğin kullanılarak yaratılan baskının rahatsız edici olması dahi cinsel taciz olarak adlandırılmaktadır (Özdemir, 2006: 87).

Türkiye'de var olan sosyal ve kültürel koşullara bakıldığında, toplumda cinsel taciz bilincinin oluştuğundan söz etmek mümkün değildir. Kadınların çalışma yaşamına katılmaları arttıkça bu konudaki bilincin toplumda artacağı düşünülmektedir. Ayrıca 4857 sayılı kanunda işyerinde cinsel tacizin önlenmesi ve tacize uğrayan kişinin korunasına yönelik maddelere yer verilmiş olması işçiyi bu durumdan korumak ve işyerinden ayrılması konusunda haklı talepte bulunmasının yolunu açmıştır (Özdemir, 2006: 89-90). Toker ve Sümer (2010) yaptıkları çalışmada Türkiye'deki bir ankette yer alan 61 davranış örneğinin içerik analiziyle, kadın çalışanların cinsel tacize ve tacizin kapsamına ilişkin görüşleri incelemişlerdir. Çeşitli sektörlerde ve şirketlerde çalışan 353 kadına, bir tür cinsel tacize maruz kaldıklarını düşünenlerin sayısı sorulmuştur. Yapılan analiz sonucunda beş farklı faktör tanımlanmıştır. Bunlar;

Gözdağı/Cinsel Rüşvet: Kişinin konumunu cinsel çıkarlar için kötüye kullandığı, tazminat talep ettiği veya başkalarını cinsel faaliyetlere katılmaya zorladığı davranışları içerir. Bu, bir amirin/yöneticinin/yöneticinin terfi, promosyon ve ödül vaadiyle cinsel veya romantik ilişkileri içerebilir. Kadın çalışanın ihmal edilmesi, olumsuz davranışlar nedeniyle işten çıkarılma, nüfuzunun kısıtlanması veya işle ilgili diğer olumsuz sonuçlarla sonuçlanabilmektedir.

Fiziksel Cinsel Baskı: Kadının dokunmak, öpmeye zorlamak gibi fiziksel hareketlerle rahatsız edilmesini ifade eder. Bu tür davranışlar arasında öpüşmek, cinsel organlara dokunmak, boyna, kollara veya sırtına dokunmak; rahatsız edici bir şekilde okşama ve aç bırakma yer almaktadır.

Cinsel Huzursuzluk/Düşmanlık: Cinsel ifadelerle, özellikle de sözlü ifadelerle karakterize edilen davranıştır. Kadınların fiziksel duruşuna ilişkin müstehcen yorumlar, kadınlar eşliğinde erkeklerle yapılan cinsel konuşmalar, cinsel yaşamlarının sorgulanması bu tür davranışlara örnektir.

Örtülü İlgi: Açıkça cinsellik içermeyen ancak kadınları tercih eden eylemlerden oluşur. İşe gitmek için akşam yola çıkma teklifinde bulunma, kadının çalışma odasında işle ilgili olmayan konuları tartışma, iş dışı konularda iletişim kurma, "tatlım" veya "seni sevdim" gibi hitap sözcükleri kullanma ve ona yardımcı olacak iltifatlarda bulunma, örtülü ilgi uyandırmak için kullanılan davranış örnekleridir.

3. Kadın Muhasebecilerin Sorunları Üzerine Küresel Örgütlerin Faaliyetleri

Sanayi devrimi sırasında iş hayatına katılan kadınlara, yasal haklarını savunmaları ve kadın sorunlarına çözüm bulmaları konusunda destek veren çeşitli kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Aynı şekilde, kadın muhasebecilerin yasal haklarının korunmasına yönelik

çalışan kadın muhasebe kurum ve kuruluşları da mevcuttur. Yardımcıoğlu (2008) çalışmasında kadın muhasebecilere yönelik yapılan olumlu çalışmaları şu şekilde anlatmıştır;

- 4 Ocak 1933 yılından beri kadın meslek mensuplarının mesleki hedeflerine ulaşmaları için güçlendirici kaynak, liderlik fırsatı ve eğitim sağlamaya çalışan Amerikan Kadın Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Derneği (AWSCPA),
- 1938 yılında kurulan Accounting Financial Women's Alliance (AFWA), önde gelen Finans ve Muhasebe Firmaları arasında yıllık bir anket olan "Accounting MOVE Projesi"nin finansmanından sorumludur. Accounting MOVE Projesi, kadınlara yönelik yıllık "En İyi Muhasebe Firmaları Listesi" oluşturulması, muhasebe mesleğinin risk altındaki durumuna ilişkin incelemelerin yapılması, öğrencilere kariyer gelişimi konusunda koçluk yapılması ve şirketlerdeki kadın girişimlerini desteklemek için fon sağlanması gibi hizmetler sunmaktadır.

SONUÇ

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kadın çalışanlar ve kadın muhasebe meslek mensuplarının iş hayatında karşılaştıkları sorunlar benzerlik göstermektedir. Erkeklerin mesleklerinde yükselmeleri doğal bir olgu olarak kabul edilirken kadınların yükselmeleri evlilik, anne olmak ya da ekonomik olarak ilerlemekte güçlük çeken işletmelerin personel çıkarma durumlarında kadınların öncelikli tercih olması gibi sebeplerle engellenmektedir.

Çeşitli engellemeleri aşarak kariyerinde yükselen kadınların vardıkları noktada, zorluklar yaşayarak gelme sebepleri ve konumlarını koruma istekleri anlaşılabilir bir durumdur. Kadınların yönetici pozisyona geldiklerinde daha agresif tavırlar sergilemeleri de bu sürecin doğal bir sonucudur.

TÜRMOB 2024 verileri incelendiğinde, bir başkan ve sekiz başkan yardımcısından oluşan yönetim kurulunda hiç kadın olmadığı, iki üye bir başkandan oluşan denetim kurulunda yine kadın olmadığı, dört üye ve bir başkandan oluşan disiplin kurulunda ise bir kadın olduğu ve onun da başkan olduğu görülmektedir. Kadın muhasebe meslek mensuplarının kendi bağlı oldukları odalar birliğinde dahi yeteri kadar üst yönetimde yer almayışının sebebi, meslek mensupları içinde de kadının yeterli görülmeyişi ya da kadınların ev, iş sorumlulukları arasında daha fazla sorumluluk almak istememeleri olarak yorumlanabilir.

Kadınları iş hayatına kazandırma, daha önce çalışan kadınların annelik sebebiyle işten ayrılma durumlarında çeşitli pozitif ayrıcalıklar sunulmaktadır. Bu faaliyetler yasalarla güvence altına alınmış ve kadınların iş hayatında var olmaları için, var oldukları konumlarda yükselmeleri için farklı teşvikler sunulmuştur.

Kadınları doğaları gereği daha karmaşık ve birbirinden bağımsız işleri aynı anda düşünerek sıralamaya, sırasıyla bu işleri yapmaya erkeklere göre daha yatkındırlar. Eril toplum statüsünden eşitlikçi toplum statüsüne geçme çalışmalarında kadınların kendilerine olan güvenleri, aldıkları eğitimler ve kararlı olma istekleri etkili olmaktadır. Kadınlar girdikleri ortamı güzelleştirmeye, yenilikçi çözümler bulmaya, yapılacak olan işin birkaç adım sonrasını görmeye ve üretkenliğe daha yatkındırlar. Yapılan araştırmalar, cinsiyet çeşitliliği ve yönetimde kadınların çoğunlukta olduğu işletmelerin, daha az cinsiyet çeşitliliğine ya da daha az kadın yöneticiye sahip olanlara göre daha fazla karlılık elde ettiklerini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Abugar, V. Q. (2014). 10 Signs that a Person has a Crab Mentality.

Ağca, A., & Yalçın, N. (2009). Muhasebe Mesleğinde Kadın Olmak Bir Sorun Teşkil Eder Mi? *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 37-47.

Akbaş, G., & Korkmaz, L. (2017). Kadın Yöneticiler: Görünmez Engellerin Gölgesinde Yükselme Çabası. *İş ve İnsan Dergisi*, s. 73-86.

Aksöz, F., & Eroğlu Durkal, M. (2021, Ocak). Çalışma Hayatında Kadınların Karşılaştıkları Sorunlar: Kayseri İlinde Çalışan Kadın Öğretmenler Üzerine Bir Araştırma. *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi*, s. 141-176.

Aksöz, F., & Eroğlu Durkal, M. (2021, Ocak). Çalışma Hayatında Kadınların Karşılaştıkları Sorunlar: Kayseri İlinde Çalışan Kadın Öğretmenler Üzerine Bir Araştırma. *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi*, s. 141-176.

Aksu, M., & Şahin, B. (2022). Kraliçe Arı Sendromu Bağlamında Kadınların Kariyer Yolunda Erilleşme Sorununun Teorik İncelemesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İnsan Kaynakları Yönetimi Dergisi*, s. 1-25.

Aktan, C. C., & Yay, S. (2016). Öğrenilmiş Çaresizlik ve Değişime Karşı Pasif Direnç. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, s. 58-71.

Aşkın, E. Ö., & Aşkın, U. (2018). Çalışma Yaşamında Kadına Yönelik Mobbing: Bankacılık Sektöründe Bir Araştırma. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 255-282.

Aydın Tükeltürk, Ş., & Şahin Perçin, N. (2008). Turizm Sektöründe Kadın Çalışanların Karşılaştıkları Kariyer Engelleri ve Cam Tavan Sendromu: Cam Tavanı Kırmaya Yönelik Stratejiler. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, s. 113-128.

Baldo, M. D., Tudor, A. T., & Faragalla, W. A. (2019). Women's Role In The Accounting Profession: A Comparative Study Between Italy And Romania. *Administrative Sciences*, s. 1-23.

BİA. (2024). *KSSGM Teşkilat Yasası Kabul Edildi*. Bağımsız İletişim Adı: https://bianet.org/haber/kssgm-teskilat-yasasi-kabul-edildi-46048 adresinden alındı

Bulloch, H. (2013). Concerning Constructions of Self and Other: Auto-racism and Imagining Amerika in the Christian Philippines. *Anthropological Forum*, s. 221-241.

Çakıcı, A. (2004). Kadın Girişimcilerin İşletme Fonksiyonlarındaki Etkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, s. 1-15.

Çakır, Ö. (2008). Türkiye'de Kadının Çalışma Yaşamından Dışlanması. *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi*, s. 25-47.

Çalış, Y. E., Şahin, B. Ş., Gürel, C. A., & Ayrancı, B. (2020). Yönetim Kurulu Cinsiyet Çeşitliliğinin İşletmelerin Finansal Performansına Etkisi: Bıst Holdingler ve Yatırım İşletmeleri. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, s. 359-368.

Çavuş, H. (2021). Sosyal Güvenlik Mevzuatımızda Gebe ve Anne Sigortalılara Yönelik Düzenlemeler. *Çalışma ve Toplum*, s. 75-96.

Çelik, M., & Akar Şahingöz, S. (2018). İş Yaşamında Cinsiyet Ayrımcılığı: Kadın Aşçılar Örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, s. 370-383.

Çetinkaya, B. (2015, Kasım 26). Şiddet Türleri Arasında Mobbing ve Türk Özel Hukukundaki Yeri. *Umut Vakfı Araştırma Merkezi 6. Hukukun Gençleri Sempozyumları Dizisi*, s. 1-20.

DBE. (2024). *Yetişkin ve Aile*. Davranış Bilimleri Enstitüsü: https://www.dbe.com.tr/tr/yetiskin-ve-aile/11/cam-tavanlar-altinda-gorunmez-kadinlar/ adresinden alındı
Diker, O., & Karacaoğlu, K. (2010, Ağustos). İş-Aile Çatışması ve İşe Bağlılık İlişkisinin Turizm Sektöründe İncelenmesi: Nevşehir Bölgesinde Faaliyet Gösteren Beş Yıldızlı Otel Çalışanları Üzerinde Bir Araştırma . *Nevşehir Hacı Bektaşi Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 1-147.
Doğru, A. (2010). Kadın Çalışanların Cam Tavan Engelleri ve İş Tatminine Etkisi: Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 1-228.
Farımaz, P. (2017). Türk Kamu Yönetiminde Kadın Hakları İhlallerini Önlemeye Yönelik Mekanizmalar. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 1-227.
Feinberg, M. (2010). Two kinds of evidence: how information systems form rhetorical. *Journal of Documentation*, s. 491-512.
Ferrari, E. (2004). Raising Awareness on Mobbing: An EU Perspective. *Daphne Programme European Commission*.
Fettahlıoğlu, Ö. O., & Alkış Dedeoğlu, A. (2021, Nisan). Yengeç Sepeti Sendromu ve Ölçek Geliştirme Çalışması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, s. 1224-1236.
Gündüz, Ş. (2017, Ekim). Kariyer Basamaklarında Kadının Düşmanı Olarak Kendisi: Süper Anne Sendromu, Görünmez Kadın Sendromu ve Külkedisi Sendromu. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergisi*, s. 78-88.
İBÜ. (2024). *İnsan Hakları Hukuku Bilgi Bankası*. İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Hakları Hukuku ve Araştırma Merkezi: https://insanhaklarimerkezi.bilgi.edu.tr/tr/content/122-kadnlara-kars-her-turlu-ayrmclgn-onlenmesi-sozlesmesi/ adresinden alındı
Jackson, J. (2001, Şubat). Women Middle Managers' Perception of the Glass Ceiling . *Women in Management Review*, s. 30-41.
Kanter, M. R. (1977). Men and Women of the Corporation. *New York: Basic Books*.
Kapız, S. (2002). İş-Aile Yaşamı Dengesi ve Dengeye Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: Sınır Teorisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 1-15.
Karakuş, H. (2014). Kraliçe Arı Sendromu: Pembe Taciz. *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 334-356.
Kılıç, A. (2023, Nisan). Kadın İstihdamındaki Kariyer Engelleri: Kraliçe Arı Sendromu. *Toros Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü* , s. 1-100.
Kılıç, T., & Çakıcı, A. B. (2016). Sağlık ve Eğitim Sektöründeki Kadın Çalışanların Cam Tavan AlgısınınKarşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, s. 283-303.
Kılınç Savrul, B., & Akyüz, D. (2016). Türkiye Ekonomisinde Kadın Girişimcilerin Mevcut Durumu ve Geliştirilmesine Yönelik Çözüm Önerileri. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, s. 165-185.
Kızıldağ, D., & Kula, S. (2009). Küçük Kentte Kadın Girişimci Olmak: Afyonkarahisar Örneği. *Uluslararası-Disiplinlerarası Kadın Çalışmaları Kongresi* (s. 231-239). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü.
Kızılyalçın, A. (2021). Muhasebe Mesleğinde Kadınlar ve Muhasebeci Kadın Akademisyenler. *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, s. 205-226.
Kurt Yılmaz, B., & Sürgevil Dalgıç, O. (2020). Cinsiyete Dayalı Tokenizm: Kadın Egemen ve Erkek Egemen Meslekler Üzerinde Nitel Bir Araştırma. *Istanbul Management Journal*, s. 85-125.
Özdemir, B. (2023, Mart 07). *Öğrenilmiş Çaresizlik Nedir?* Erdem Psikiyatri: https://www.erdempsikiyatri.com/ogrenilmis-caresizlik-nedir adresinden alındı
Özdemir, E. (2006). İşyerinde Cinsel Taciz. *Çalışma ve Toplum*, s. 83-96.
Özden, B. (2018). Türk İş Hukuku Kapsamında Psikolojik Taciz (Mobbing). *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, s. 22-49.
Özülke, F. (2016, Mart 21). *İş Yaşamında Kadın Savaşları: Kraliçe Arı Sendromu*. Füsun Özülke: https://fusunozulke.com/kralice-ari-sendromu/ adresinden alındı
Saha, S., & Safri, T. S. (2016). Cinderella Complex: Theoretical roots to psychological dependency syndrome in women. *The international Journal of Indian Psychology*, s. 118-122.
Seval, H. N. (2017). Çalışan Kadınların En Büyük Sınavı: İş-Aile Yaşamı Dengesi(zliği) ve Kadın Sağlığına Etkisi. *Bilge Uluslararası sosyal Araştırmalar Dergisi*, s. 184-193.
Sneed, B. G. (2007). Glass Walls in State Bureaucracies: Examining the Difference Departmental Function Can Make. *Perspectives on Performance and Accountability in Public Administration*, s. 880-891.

Soubhari, T., & Kumar, Y. (2014). The Crab-Bucket Effect and Its Impact on Job Stress an Exploratory Study With Reference to Autonomous Colleges. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, s. 3022-3027.
Susam, R. T. (2013). Özel Sektörde Çalışan Kadınların Sorunları: Erzurum İli Örneği . *Atatürk Üniversitesi sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 1-122.
Şalvarcı Türeli, N., & Dolmacı, N. (2013, Aralık). İş Yaşamında Kadın Çalışana Yönelik Ayrımcı Bakış Açısı ve Mobbing Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, s. 83-104.
Toker Gültaş, Y., & Sümer, H. C. (2010). Workplace Sexual Harassment Perceptions in the Turkish Context and the Role of Individual Differences. *Applıed Psychology-An Internatıonal Revıew-Psychologıe Applıquee-Revue Internatıonale*, s. 616-646.
TÜRMOB. (2024). *3568 sayılı Meslek Kanunu*. Türmob: https://www.turmob.org.tr/Arsiv/FCKEditor/userfiles/file/TURMOB-2023-YASA-YONETMELIK-MM/1-3568.pdf adresinden alındı
Uyguç, N. (2016). Cinsiyet, Bireysel Değerler ve Meslek Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 93-104.
Whitten, D. (2016). A Predominately Female Accounting Profession: Lessons From The Past And Other Professions. *Forum on Public Policy*, s. 1-9.
Yardımcıoğlu, M. (2008). Muhasebe Mesleğinde Bayanların Durumu: ABD ve Türkiye Karşılaştırması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, s. 147-152.
Yıldız, S. (2017, Haziran). Toplumsal Cinsiyetin Şirketlere Yansımasında Ortaya Çıkan Ayrımcılık Kavramlarının Ardılları Üzerine Bir Model Önerisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 121-138.
Yılmaz, S. (2018). Türkiye'de Kadınların Çalışma Hayatındaki Yeri ve Sosyal Güvenlik Hukuku Düzenlemeleri. *Sosyal Çalışma Dergisi*, s. 63-80.
Zel, U. (2002). İş Arenasında Kadın Yöneticilerin Algılanması ve Kraliçe Arı Sendromu. *Amme İdaresi Dergisi*, s. 39-48.

TÜRKİYE'DE ALMANCA YAYINLANAN TÜRKİSCHE POST GAZETESİ (1926-1944) VE EKONOMİ EKİ'NİN İKTİSADİ YÖNLERİYLE İNCELENMESİ

Assistant Professor Dr. Zehra ÇANKAYA BAYRAKLI
Turkish-German University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economic History, Şahinkaya Cad. No:106, 34820 Beykoz/İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-1785-1381

ÖZET

Türkiye'de Almanca olarak yayınlanan *Türkische Post/Türk Posta*sı'nın ayda iki kez olarak yayınlanan ekonomi haberlerine yer verdiği *Der Nahe Osten Wirtschaftsausgabe der Tageszeitung Türkische Post/Günlük Türk Postası'nın Yakın Doğu Ekonomi Eki* bu çalışmanın ana kaynağını oluşturmaktadır. *Türkische Post* 1926 yılında 1924-1933 yılları arasında Ankara'da bulunan Almanya'nın ilk Ankara Büyükelçisi olarak Türk Alman ilişkilerinin birinci dünya savaşı öncesindeki gibi yakın hale getirilmesinde aktif rol oynamış Rudolf Nadolny'in destekleriyle yayın hayatına Almanca olarak başlamıştır. Türkische Post Gazetesi yayın hayatına 1944 yılına kadar sürdürmüştür. 1930 yılında Türkische Post Balkanlar, Türkiye ve Ortadoğu ile alakalı ticari ve iktisadi konuları içeren *Der Nahe Osten Wirtschaftsausgabe der Tageszeitung Türkische Post/Günlük Türk Postasının Yakın Doğu Ekonomi Ekleri* isimli ilave dergiyi çıkarmaya başlamıştır. Periodik olarak iki haftada bir yayınlanan derginin bazı sayıları maalesef dijital olarak bulunmamaktır. Fakat 1938, 1940 ve çoğunluk olarak 1941 yılına ait ayda iki kez yayınlanmış eklere dijital olarak ulaşılmıştır. Bu çalışmada birincil ve ikincil Almanca kaynaklara dayanarak ekonomi haberlerine yer verilen gazetenin ekonomi eki iktisat tarihi açısından incelenmektedir. Yaklaşık her biri 30 sayfa civarında olan bu ekonomi eki ulaşılan nüshalara göre ayda iki kez çıkmaktaydı. Ekonomik anlaşmaların, işbirliklerin, ithalat-ihracat rakamlarının yer aldığı dönemin şartlarına göre Balkanlardaki, Ortadoğu'daki ülkeler ile birlikte Türkiye'deki ekonomik göstergeleri sunmaktaydı. "Der Nahe Osten Wirtschaftsausgabe"isimli ekonomi eki 1944 yılında yayın hayatına veda etmiştir. Bu çalışmada ekonomi ekinde verilen bilgiler neleri ihtiva etmekte hedef kitlesi kimler ve verilen ekonomi haberleriyle gazetenin ulaşmak istediği amaç neydi? gibi sorular bu araştırmada cevaplanmaya çalışılmaktadır. Son olarak da Almanca olarak Türkiye'de yayınlanan Türkische Post gazetesi ve ekinin incelenerek yeni kurulmuş Türkiye Cumhuriyet'inde Almanya'nın ekonomik, diplomatik ve siyasi etkilerini ortaya koymaya çalışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye İktisat Tarihi, Türkische Post, Türkiye-Almanya Ticareti, Türk-Alman İlişkileri, Almanca Ekonomi Eki

AN ECONOMIC ANALYSIS OF THE GERMAN-LANGUAGE NEWSPAPER TÜRKISCHE POST (1926-1944) AND ITS ECONOMIC SUPPLEMENT PUBLISHED IN TURKEY

ABSTRACT

The main source of this study is the *Der Nahe Osten Wirtschaftsausgabe der Tageszeitung Türkische Post / The Near East Economic Edition of the Daily Türkische Post*, which published economic news twice a month. *Türkische Post* started its publication in 1926 in German with the support of Rudolf Nadolny, Germany's first ambassador in Ankara between 1924 and 1933. Nadolny played an active role in making Turkish–German relations strong again, similar to the period before the First World War. The newspaper continued to be published until 1944. *Türkische Post* was published every day except Sundays. In 1930, the newspaper produced the *Near East Economic Edition*, which included commercial and economic news related to the Balkans, Turkey, and the Middle East. The supplement was published every two weeks. Some issues are missing in digital form, but many issues from 1938, 1940, and especially 1941 have been accessed.

This study examines the economic supplement from the perspective of economic history, using both primary and secondary German-language sources. Each issue of the supplement was about 30 pages and was published twice a month. It provided economic indicators about Turkey, the Balkans, and Middle Eastern countries. It also included information on trade agreements, economic cooperation, and import–export data of the period.

The economic supplement titled *Der Nahe Osten Wirtschaftsausgabe* ended in 1944. This research aims to answer the following questions: What information did the supplement include? Who was its target audience? What was the purpose of publishing economic news? Finally, by analyzing the *Türkische Post* newspaper and its supplement, this study aims to show Germany's economic, diplomatic, and political influence in the newly founded Turkish Republic.

Key Words: Economic History of Turkey, Türkische Post, Türkiye–Germany Trade, Turkish–German Relations, German-Language Economic Supplement

DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ SINIRLAYAN ETMENLER: PROFESYONEL MUTFAKLAR ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Zafer DURAN
Alanya Alaaddin Keykubat University, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükballı Vocational School, Business Management Programme, 07900 Gazipaşa, Antalya
ORCID: 0000-0002-7227-4196

ÖZET

Dijitalleşme, örgütlerin süreçlerini hız, doğruluk ve izlenebilirlik ekseninde yeniden kurgulayan bir dönüşüm dinamiği olarak yoğun tempo ve düşük hata toleransıyla çalışan profesyonel mutfaklarda da giderek daha fazla kabul görmektedir. Ancak mutfakların ustalık temelli üretim kültürü, anlık karar alma zorunluluğu ve operasyonel eşzamanlılık gereksinimi, dijital teknolojilerin mutfaklarda iş akışına entegre edilmesini güçleştirmektedir. Bununla birlikte profesyonel mutfaklarda dijital dönüşüm, teknik koşulların yanı sıra mutfağın çalışma ritmi, örgütsel öncelikler ve çalışan pratiklerinin birlikte belirlediği çok katmanlı sınırlayıcı etmenler altında şekillenmektedir. Bu çalışmada profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümü sınırlandıran etmenler, alanda deneyime sahip 18 uzmanın değerlendirmeleri doğrultusunda incelenmiş ve göreli önemlerine göre sıralanmıştır. Değerlendirme süreci, literatür bulguları ile saha gerçekliğinin birlikte ele alınmasıyla tanımlanan on temel kısıt üzerinden yürütülmüştür. Veri toplama aşamasında pratiklik ve düşük bilişsel yük sağlamak amacıyla ROC (Rank Order Centroid) yaklaşımı kullanılmıştır. Sıralama temelli bu yaklaşım aracılığıyla uzmanların yaptığı değerlendirmeler ağırlık değerlerine dönüştürülmüş ve kısıtların göreli önem düzeyleri nicel olarak ifade edilerek öncelikli müdahale alanları belirlenmiştir. Bulgular, en kritik sınırlılığın 0,1772 ağırlık katsayısı ile Dijital Beceri Eksikliği ve Eğitim İhtiyacı olduğunu; bunu 0,1230 ile Entegrasyon Karmaşıklığı ve Uyum Sorunları ile 0,1150 ile Düzenleyici Kısıtlar ve Uyumluluk Zorluklarının izlediğini göstermektedir. Buna karşılık Veri Güvenliği ve Gizlilik Endişeleri (0,0655), Teknoloji Güvenilirliği ve Bakım Zorlukları (0,0692) ve Yönetim Desteği ve Stratejik Vizyon Eksikliği (0,0741) göreli olarak en düşük sınırlılıklar olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümün ilerletilmesine yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Profesyonel mutfaklarda dijital dönüşüm, Dijital dönüşüm engelleri

FACTORS LIMITING DIGITAL TRANSFORMATION: A STUDY ON PROFESSIONAL KITCHENS

ABSTRACT

Digitalization, as a transformative dynamic that restructures organizational processes around speed, accuracy, and traceability, is increasingly gaining acceptance in professional kitchens characterized by high-paced workflows and low error tolerance. However, the craftsmanship-based production culture of kitchens, the necessity for instant decision-making, and the requirement for operational simultaneity make the integration of digital technologies into kitchen workflows challenging. Moreover, digital transformation in professional kitchens unfolds under multilayered constraining factors shaped not only by technical conditions but also by the kitchen's operational rhythm, organizational priorities, and employee practices. In this study, the factors limiting digital transformation in professional kitchens were examined based on the evaluations of 18 experienced experts in the field and ranked according to their relative importance. The evaluation process was conducted through ten key constraints identified by synthesizing insights from the literature and real-world kitchen practices. To ensure practicality and low cognitive load during data collection, the ROC (Rank Order Centroid) approach was employed. Through this ranking-based technique, expert assessments were converted into weight values, allowing the relative significance levels of the constraints to be quantified and the priority intervention areas to be identified. The findings indicate that the most critical limitation is Digital Skill Deficiency and Need for Training with a weight coefficient of 0.1772, followed by Integration Complexity and Adaptation Issues at 0.1230, and Regulatory Constraints and Compliance Challenges at 0.1150. In contrast, Data Security and Privacy Concerns (0.0655), Technology Reliability and Maintenance Challenges (0.0692), and Lack of Managerial Support and Strategic Vision (0.0741) were identified as the least influential constraints. In light of these findings, several recommendations have been proposed to support the advancement of digital transformation in professional kitchens.

Keywords: Digitalization, Digital transformation in professional kitchens, Digital transformation barriers

1.GİRİŞ

Dijitalleşme, örgütlerin işleyişini hız, doğruluk ve izlenebilirlik ölçütleri doğrultusunda yeniden tanımlayan kapsamlı bir dönüşüm alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu dönüşüm, üretimden hizmet sektörüne kadar uzanan geniş bir alanda süreçlerin veri temelli yapılara doğru evrilmesini sağlayarak daha sistematik, ölçülebilir ve bütüncül biçimde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır (Gray ve Rumpe, 2017). Çalışma düzeni anlık kararlar, yoğun hız baskısı ve

ustalık temelli pratikler üzerine kurulu profesyonel mutfaklar da bu dönüşümden payını almakta ve işleyişinde dijital teknolojilerle etkileşim hâline gelen yeni bir çalışma düzeniyle karşılaşmaktadır. Örneğin, dijital araçların mutfak süreçlerinde kullanılmaya başlanmasıyla hazırlık ve pişirme adımları sensör tabanlı sistemlerle izlenebilmekte, sipariş akışları dijital ekranlar üzerinden yönlendirilebilmekte, stok seviyeleri yazılımlar aracılığıyla gerçek zamanlı olarak takip edilebilmekte ve benzer biçimde pek çok operasyon süreci dijital uygulamalarla desteklenebilmektedir (Aydın ve Uçkan Çakır, 2022). Ancak mutfakların kendine özgü örgütsel dokusu, yoğun tempo gerektiren operasyon yapısı ve ustalık temelli işleyişi, dijitalleşmenin yönünü belirleyen bir dizi sınırlayıcı etmenin oluşumuna zemin hazırlamaktadır.

Profesyonel mutfaklarda dijitalleşmeyi sınırlandıran etmenler ilk bakışta teknik imkânlarla ilişkilendirilse de çoğu zaman mutfağın kendi çalışma ritminden ve yerleşik alışkanlıklardan kaynaklanmaktadır (Omol, 2024). Ekipmanların dijital entegrasyona uygun olmaması, tutarlı bir ağ altyapısının sağlanamaması ve yazılımların operasyonla tam uyumlu çalışmaması gibi teknik sorunlar, dijital dönüşüm sürecinin hızını ve kapsamını doğrudan sınırlayan temel etmenler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte mutfakların yoğun tempo gerektiren işleyişi, anlık karar alma zorunluluğu ve ustalık temelli üretim kültürü, yeni teknolojilerin çalışma düzenine sorunsuz biçimde eklemlenmesini oldukça güçleştirmektedir (Plekhanov vd., 2023; Marczewska, 2024). Ayrıca personelin dijital araçlara yönelik temkinli yaklaşımı, bu araçların yoğun çalışma temposunda işi yavaşlatabileceğine ya da kontrolü zorlaştırabileceğine dair algılar ve günlük pratiği destekleyecek eğitim olanaklarının sınırlılığı, dijitalleşmenin mutfak içinde karşılaştığı diğer kısıtları oluşturmaktadır. Bu tabloya maliyet baskıları, yönetsel düzeyde yeterli stratejik desteğin sağlanamaması ve dijital projelerin işletme öncelikleri arasında geri planda kalması gibi örgütsel unsurlar da eklendiğinde profesyonel mutfaklardaki dijital dönüşüm teknik, operasyonel, kültürel ve yönetsel boyutlara yayılan çok sayıda sınırlayıcı etmenin birlikte biçimlendirdiği bir süreç hâline gelmektedir.

Profesyonel mutfakların hız, eşzamanlılık ve düşük hata toleransı üzerinden tanımlanan operasyon yapısı, iş akışının anlık kararlar altında sürekli yeniden dengelenmesini zorunlu kılan bir çalışma düzeni gerektirmektedir. Bu tür bir düzende dijitalleşme, süreçleri daha izlenebilir ve daha kontrol edilebilir kılarak mutfak performansının tutarlılığını destekleyebilecek işlevsel bir çözüm alternatifi sunmaktadır. Sipariş akışının tek bir hat üzerinde görünür hâle getirilmesi, hazırlık ve üretim adımlarının standart kontrol noktalarıyla izlenmesi, stok ve reçete bilgilerinin güncel tutulması ve süreç kayıtlarının düzenli biçimde yönetilmesi, yoğun tempo içinde karar alma yükünü hafifletebilecek uygulama alanları arasında yer almaktadır. Benzer biçimde zamanlama ve kaynak kullanımına ilişkin verilerin takip edilebilirliği ise hem operasyonel

koordinasyonu güçlendirmekte hem de performans sapmalarının daha erken fark edilmesine imkân sağlayabilmektedir. Bu nedenle dijitalleşmenin, profesyonel mutfaklarda tüm sınırlayıcı etmenlere rağmen ertelenebilir bir seçenekten ziyade işleyişin sürekliliğini ve tutarlılığını destekleyen bir gereklilik olarak ele alınması büyük önem arz etmektedir. Bu gerekliliğin mutfak pratiğinde karşılık bulabilmesi ise dijital dönüşümü sınırlandıran etmenlerin sistematik biçimde incelenmesini ve bu etmenleri azaltmaya yönelik uygulanabilir çözüm alanlarının belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada profesyonel mutfaklarda dijital dönüşüm sürecini sınırlandıran etmenler, deneyimli mutfak çalışanlarının değerlendirmeleri üzerinden incelenmiş ve önem düzeylerine göre önceliklendirilmiştir. Bu doğrultuda literatür ve uygulama gerçekliği dikkate alınarak belirlenen on temel kısıt katılımcılara sunulmuş, katılımcılardan profesyonel mutfaklar bağlamında bu etmenleri önem sırasına göre değerlendirmeleri istenmiştir. Veri toplama sürecinin katılımcı profiline uygun, pratik ve düşük bilişsel yük taşıyan bir yapı sunması amacıyla değerlendirme işleminde ROC (Rank Order Centroid) yaklaşımı kullanılmıştır. Profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümü sınırlandıran etmenler saha görüşüne dayalı biçimde ağırlıklandırılarak göreli önem düzeyleri nicel olarak ifade edilmiş ve öncelikli müdahale alanlarına yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir.

2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijital dönüşüm, dijital teknolojiler ile iş dünyası ve toplum arasındaki etkileşimin sürekli artmasıyla ortaya çıkan, değişimin hızını, kapsamını ve etkisini büyüten bir örgütsel dönüşüm dinamiğidir (Veldhoven ve Vanthienen, 2021). Bu dönüşümün odağında teknolojilerin teknik özelliklerinden ziyade bu teknolojilerin örgütün strateji, süreç, yapı, kültür ve zihniyetinde tetiklediği yeniden yapılanma yer almaktadır. Bu nedenle dijital dönüşüm, teknoloji edinimiyle sınırlı bir modernizasyon hamlesi olarak görülmemeli dijital teknolojilerin örgütün strateji, süreç, yapı, kültür ve zihniyetinde tetiklediği bütüncül yeniden yapılanma süreci olarak ele alınmalıdır.

Literatürde dijitalleşme çoğu zaman tek bir şemsiye kavram olarak kullanılsa da gerçekte sayısallaştırma (digitization) ve dijitalleştirme (digitalization) olmak üzere farklı kapsam ve derinlikte dönüşüm düzeylerini içermektedir. Digitization, analog verinin dijital değerlere çevrilmesi ve kaynakların çevrimiçi formata taşınmasıyla sınırlı bir dönüşümü temsil ederken digitalization, planlama, üretim ve dağıtım dâhil iş faaliyetlerinin dijital formatlara kapsamlı biçimde dönüştürülmesini ve süreç ile çıktının dijital eşleniklerinin kurulmasını ifade etmektedir (Omol, 2024). Dijital dönüşüm ise bu iki hattın ötesine geçerek örgütün nasıl işlediğini ve nasıl değer ürettiğini kökten değiştiren iş modeli, süreçler ve müşteri etkileşiminin

bütüncül biçimde yeniden kurgulandığı bir paradigma değişimini ifade etmektedir (Kraus vd., 2022). Bu bağlamda dijital dönüşüm, iş modelini stratejik düzeyde yeniden tanımlayan bir yeniden yapılanma sürecidir ve çoğu durumda çekirdek iş modelinin dönüşümünü kaçınılmaz kılmaktadır (Verhoef vd., 2021). Nitekim değer zinciri boyunca aktörlerin ağ bağlantıları üzerinden bütünleşmesini, yeni teknolojilerin devreye alınmasını ve veriyi eyleme dönüştüren yetkinliklerin geliştirilmesini zorunlu kılan bir dönüşüm alanı olarak şirketleri, süreçleri, ilişkileri ve iş modellerini eşzamanlı olarak etkilemektedir (Schallmo ve Williams, 2018).

Dijital dönüşüm, geleneksel hiyerarşik-bürokratik yapıları işlevsizleştirerek örgütleri daha esnek tasarımlara, ayrışmış birimlere, çevik çalışma düzenlerine ve dijital odaklı alanlara yöneltmektedir. (Verhoef vd., 2021). Bu yönelim, örgütlerin hem koordinasyon mekanizmalarını hem de değer yaratma mantıklarını yeniden düşünmelerini gerektirmekte ve operasyonel süreçlerden stratejik karar alma biçimlerine uzanan geniş bir yelpazede daha geçirgen, iş birliğine dayalı ve teknolojiyle bütünleşik yapılara doğru bir evrimi tetiklemektedir. Nitekim Plekhanov vd. (2023) bu yeniden yapılanmayı dijital iş modeli inovasyonlarının tekil firmalardan çok-aktörlü dijital ekosistemlere taşınmasıyla ilişkilendirmektedir ve dijital dönüşümün hem yukarıdan aşağıya hem aşağıdan yukarıya gelişebildiğini, ancak katı hiyerarşilerin bu dönüşüm için daha az elverişli olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte dijital dönüşüm, strateji, süreç, kültür, yapı ve zihniyet düzeyinde eşzamanlı değişimleri içeren ve merkezine insanı yerleştiren çok katmanlı bir olgudur (Gong ve Ribiere, 2021). Bu nedenle dijital dönüşüm, üst yönetimin yönlendirdiği teknik bir programdan ziyade örgüt içi benimseme ile yönetsel kararlılığın birlikte şekillendirdiği bir yeniden hizalanma süreci olarak işlemektedir. Bu süreçte kültürel direnç, yetenek eksikliği, eski sistemlerin entegrasyon zorlukları ve veri güvenliği endişeleri gibi sürtünme alanlarının yönetimi dönüşümün başarısını belirlemektedir (Omol, 2024).

Dijital çözümlerin işlevi ve değeri tek bir firmanın sınırlarından çıkarak birlikte değer üreten aktörlerin oluşturduğu ağlarda şekillenmekte ve bu durum dijital iş modeli inovasyonu çok firmalı ekosistemlere doğru genişletmektedir (Plekhanov vd., 2023). Bu bağlamda dijital ağ yetkinliği, farklı paydaşları dijital araçlar üzerinden buluşturup karşılıklı değer eşleştirmesi yapabilme kapasitesi olarak stratejik bir önem kazanmakta ve platformların büyüme dinamikleri de bu zeminde şekillenmektedir (Verhoef vd., 2021). Bununla birlikte müşterilerin şirketlerle aynı teknolojileri kullanmaya başlaması, dijital dönüşüm sürecinde katılımı pasif bir tepki olmaktan çıkararak dönüşümün aktif bileşeni hâline getirmektedir (Veldhoven ve Vanthienen, 2021).

2.1. Profesyonel Mutfaklarda Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm, tüm iş modellerinde olduğu gibi profesyonel mutfaklarda da operasyonel mantığı temelden değiştiren bir dinamiğe sahiptir. Geleneksel olarak ustalık kültürü, anlık karar alma zorunluluğu ve yüksek tempo etrafında şekillenen mutfak işleyişi, dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte hız, doğruluk, izlenebilirlik ve standartlaştırılmış üretim anlayışıyla yeni bir işleyişe bürünmektedir. Dijitalleşmeyle birlikte mutfaklar, üretimi hızlandıran yardımcı araçlar kullanan geleneksel düzenlerden çıkarak sensörlerle izlenen, otomasyonla standardize edilen ve robotik modüllerle desteklenen yarı otonom üretim alanlarına dönüşmektedir. Artırılmış gerçeklik (AR), nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka, robot şefler, 3D gıda yazıcıları gibi teknolojik araçlar dijitalleşmenin mutfaktaki pratik karşılıkları olarak üretimden servis planlamasına kadar pek çok aşamada kullanılmaktadır (Aydın ve Uçkan Çakır, 2022).

Profesyonel mutfaklardaki dijital dönüşümün temel ekseni, üretim sürecinin anlık olarak veriye dayalı bir sistemle yönetilmesindedir. Bu çerçevede IoT tabanlı sıcaklık, zaman, nem ve hijyen algılayıcıları, pişirme süreçlerini geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha düşük hata toleransıyla yürütmeyi mümkün kılmaktadır. Bu sensörler, yoğun üretim baskısı altında çalışan mutfakların en kırılgan noktalarını (yanma, çiğ kalma, bozulma, hijyen sapmaları gibi riskleri) dahi anlık geri bildirimlerle denetim altına alabilmektedir. IoT destekli doğrulama ve izleme sistemleri sayesinde mutfakların yüksek standartlı üretim talebi daha sürdürülebilir kılınarak kalite güvence operasyonun içsel bir parçası hâline getirilmektedir (Vismaya ve Thiyagarajan, 2024). Nitekim yiyecek-içecek işletmelerinin mutfaklarında yaygınlaşan akıllı ekipmanlar (akıllı tavalar, akıllı buzdolapları, otomatik karıştırıcılar, akıllı saklama üniteleri) operasyonları hızlandırmakla birlikte iş görenlerin sezgisel kontrolünü veri destekli bir kontrol sistemine dönüştürerek standardizasyonu güçlendirmektedir (Keşkekci ve Gençer, 2023). Bununla birlikte dijital dönüşümün mutfaklarda yarattığı en radikal değişimlerden biri robotik araçların iş akışlarına entegre edilmesidir. Robotik hazırlık sistemleri, doğrama, karıştırma ve porsiyonlama gibi tekrarlayan görevlerde insan hatasını ortadan kaldırırken, robot şefler ve otomatik pişirme modülleri karmaşık operasyonlarda dahi belirli tariflerin kusursuzca tekrarlanabilmesini sağlamaktadır. Bu teknolojik entegrasyon sayesinde mutfak içi iş yükü azalmakta, üretim hızı artmakta ve işgücü maliyetlerinin yeniden ölçeklendirilebilmesi mümkün hale gelmektedir (Hazarhun ve Yılmaz, 2020). Ayrıca robotik sistemlerin hatasız tekrarlama kapasitesi, çapraz bulaşma riskini azaltmakta, otomatik temizlik robotları ve mikrodenetleyici temelli hijyen sistemleri ise yoğun kullanım döngüsünde bile kontrol edilebilir bir sanitasyon yapısının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Keşkekci ve Gençer, 2023).

Dijital dönüşüm, profesyonel mutfaklarda yalnızca teknik bir modernizasyon süreci olarak görülmemelidir. Dijital dönüşüm mutfağın örgütsel yapısını da dönüştüren kapsamlı bir sosyo-teknik değişimdir. Yeni teknolojilerin entegrasyonu, üretim süreçlerini veri temelli bir yapıya taşırken, mutfak çalışanlarının görev tanımlarını, yetkinliklerini ve iş bölümü ilişkilerini yeniden şekillendirmeyi de zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle mutfaklarda dijitalleşme adına atılacak adımlar teknik ekipman yatırımlarından çok daha fazlasını gerekli kılmaktadır. Çalışanların uyum becerilerini, öğrenme hızını ve kurum içi iletişim pratiklerini doğrudan etkileyen bir kültürel dönüşüm olarak mutfak organizasyonunun yerleşik alışkanlıklarını yeniden tanımlamakta ve çalışma düzenini daha esnek, veri yönelimli bir yapıya doğru evirmektedir. Ancak gıda endüstrisinde yapılan çalışmalar, dijital dönüşümün çoğu zaman vizyoner yönetim kararlarıyla başlasa da uygulama aşamasında zaman yetersizliği, beceri eksiklikleri ve örgütsel uyum sorunlarının en kritik engeller olarak ortaya çıktığını göstermektedir (Marczewska, 2024). Bu durum, profesyonel mutfaklarda dönüşümü belirleyen asıl unsurun teknik kapasiteden ziyade dönüşüm kültürü olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte otomasyonun rutin işleri devraldığı, robotik sistemlerin üretim döngülerini standartlaştırdığı, IoT altyapısının mutfakları sürekli bir veri akışına bağladığı ve çalışan rollerinin süreç yönetimine doğru evrildiği yeni mutfak modeli, geri döndürülemez bir şekilde giderek daha kapsamlı bir dönüşüme doğru ilerlemektedir. Bu sürecin önüne geçilmesi mümkün olmadığından dönüşümü sınırlayan etmenlerin doğru biçimde anlaşılması ve gerekli tedbirler ile uygulamaların hayata geçirilmesi büyük önem arz etmektedir.

3. METODOLOJİ

Bu araştırma, profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümü sınırlayan temel etmenlerin göreli önemini ortaya koymak amacıyla tanımlayıcı nitelikte bir nicel araştırma olarak tasarlanmıştır. Çalışmada ele alınan etmenlerin doğrudan operasyonları yöneten ve iş akışının gerçek zamanlı dinamiklerine hâkim çalışanlar tarafından değerlendirilmesi gerektiği için veri toplama sürecinde deneyimli bir uzman grubunun görüşleri esas alınmıştır. Bu doğrultuda amaçlı örnekleme yaklaşımı kullanılarak profesyonel mutfaklarda en az beş yıllık deneyime sahip 18 uzman araştırmaya dahil edilmiştir. Katılımcı gizliliğini sağlamak amacıyla her birine Uzm1, Uzm2, …, Uzm18 biçiminde kod atanmış ve değerlendirmeleri bu kodlar üzerinden kaydedilerek analiz edilmiştir.

Dijital dönüşümü sınırlayan etmenlerin göreli öneminin belirlenmesinde ROC (Rank Order Centroid) yöntemi kullanılmıştır. ROC, karar vericilerden sadece kriterleri önem sırasına koymalarını talep ederek düşük bilişsel yükle uygulanabilen ve sıralamayı matematiksel olarak tutarlı ağırlıklara dönüştüren bir yaklaşık ağırlıklandırma tekniğidir (Barron ve Barrett, 1996).

Bu çalışmada ROC'un tercih edilme nedeni, düşük bilişsel yük gerektirmesi, uygulama süresinin kısa olması ve yoğun iş temposuna sahip uzman gruplarından hızlı ve güvenilir veri toplanmasına olanak tanımasıdır. Profesyonel mutfak çalışanlarının değerlendirme için ayırabilecekleri sürenin sınırlı olması ve karmaşık karşılaştırmalı ölçeklerin pratikte uygulanabilirliğinin zor olması göz önünde bulundurulduğunda ROC yöntemi araştırmanın amaçlarıyla en uyumlu, uygulanabilir ve hata riskini minimize eden yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada uzmanlardan dijital dönüşümü sınırlayan etmenleri önem sırasına göre dizmeleri istenmiş, elde edilen sıralamalar ROC formülasyonu ile ağırlıklara dönüştürülmüştür. Yöntemin söz konusu işlemlere ilişkin adımları şu şekildedir (Barron ve Barrett, 1996):

1. Adım: Kriterler önem düzeylerine göre sıralanır.

$$K_{r_1} > K_{r_2} > \cdots > K_{r_n} \tag{1}$$

Burada n=*1,2,…,N ve* r_n*: n*. kriterin sırasını ifade etmektedir.

En önemli kriter ilk sırada (*n*=1) en az önemli olan kriter ise (*n*=*N*) son sırada olmalıdır.

2. Adım: Kriter ağırlıkları, 2 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$w_n = \frac{1}{N}\sum_{k=n}^{N}\left(\frac{1}{r_k}\right) \tag{2}$$

Bu işlem sonucunda tüm kriterlerin ağırlıkları toplamı, 3 numaralı eşitlikte belirtildiği üzere 1 olmalıdır.

$$\sum_{n=1}^{N} w_n = 1 \tag{3}$$

Araştırmada sıralama işlemine konu olan etmenler, profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümün önünde duran yapısal, teknik ve örgütsel kısıtları bütüncül biçimde temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Bu doğrultuda literatürde öne çıkan potansiyel kısıtlar uzmanlarla yapılan ön görüşmelerde değerlendirilmiş ve profesyonel mutfaklardaki dijital dönüşüm sürecinin kritik noktalarını yansıtan on temel etmen üzerinde uzlaşı sağlanmıştır. Söz konusu etmenler, Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1 Dijital Dönüşümü Sınırlayan Etmenler ve Tanımlanan Kodları

Dijital Dönüşümü Sınırlayan Etmenler	Kaynaklar	Kod
Değişime direnç ve geleneksel kültür	Omol, 2024; Plekhanov vd., 2023; Vial, 2019	SE_1
Dijital beceri eksikliği ve eğitim ihtiyacı	Omol, 2024; Marczewska, 2024; Verhoef vd., 2021	SE_2
Düzenleyici kısıtlar ve uyumluluk zorlukları	Omol, 2024; Marczewska, 2024; Veldhoven ve Vanthienen, 2021	SE_3
Entegrasyon karmaşıklığı ve uyum sorunları	Omol, 2024; Marczewska, 2024; Veldhoven ve Vanthienen, 2021	SE_4
Operasyonel kesinti riski ve zaman kısıtları	Marczewska, 2024; Plekhanov vd., 2023	SE_5
Teknoloji güvenilirliği ve bakım zorlukları	Vismaya ve Thiyagarajan, 2024; Marczewska, 2024	SE_6
Veri güvenliği ve gizlilik endişeleri	Omol, 2024; Vial, 2019	SE_7
Yetersiz teknolojik altyapı	Omol, 2024; Marczewska, 2024	SE_8
Yönetim desteği ve stratejik vizyon eksikliği	Omol, 2024; Marczewska, 2024	SE_9
Yüksek maliyetler ve finansal kısıtlar	Vismaya ve Thiyagarajan, 2024; Marczewska, 2024	SE_{10}

Veri toplama süreci, katılımcıların yoğun ve düzensiz çalışma ritimleri dikkate alınarak çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı, veri kullanım sınırları ve değerlendirme sürecinin içeriği açık ve anlaşılır biçimde aktarılarak katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı belirtilmiştir. Çalışmada kişisel bilgiler talep edilmemiş, katılımcıların sadece mesleki deneyimlerine dayalı görüş bildirmesi istenmiş ve yanıtları anonim biçimde kaydedilmiştir. Tüm veri toplama süreci boyunca gizlilik, gönüllülük ve veri güvenliği ilkeleri titizlikle gözetilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümü sınırlayan etmenlere ilişkin uzman değerlendirmelerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu kapsamda araştırmaya katılan uzmanların on etmeni önem düzeyine göre sıralamaya dayalı değerlendirmeleri ROC metodolojisi doğrultusunda ağırlıklara dönüştürülmüş ve etmenlerin göreli öncelik düzeyleri hesaplanmıştır. Bu doğrultuda ilk olarak katılımcı değerlendirmeleri birleştirilerek etmenlere ilişkin bütünleşik bir sıralama veri seti oluşturulmuştur. Söz konusu veri seti, Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 Katılımcıların Değerlendirmeleri

Katılımcılar	**Dijital Dönüşümü Sınırlayan Etmenlere İlişkin Sıralamalar**									
	SE_1	**SE_2**	**SE_3**	**SE_4**	**SE_5**	**SE_6**	**SE_7**	**SE_8**	**SE_9**	**SE_{10}**
Uzm_1	6	2	5	3	4	8	9	7	1	10
Uzm_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uzm_3	7	3	5	6	9	8	10	2	4	1
Uzm_4	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uzm_5	5	1	8	2	6	3	10	4	9	7
Uzm_6	2	1	7	5	10	8	9	6	4	3
Uzm_7	6	2	4	9	7	8	10	3	5	1
Uzm_8	8	9	1	2	3	4	5	6	7	10
Uzm_9	5	1	2	3	4	6	7	8	9	10
Uzm_{10}	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uzm_{11}	4	6	7	2	3	5	1	10	8	9
Uzm_{12}	1	5	6	7	8	9	10	3	2	4
Uzm_{13}	6	1	4	5	7	9	10	8	2	3
Uzm_{14}	3	5	6	7	8	4	9	1	10	2
Uzm_{15}	4	3	5	8	6	7	9	2	10	1
Uzm_{16}	7	1	4	2	3	5	6	8	9	10
Uzm_{17}	8	10	9	1	2	3	5	4	6	7
Uzm_{18}	6	10	2	5	3	7	1	9	8	4

Tablo 2'de yer alan veri seti, uzmanların etmenlere ilişkin değerlendirmelerini özetlemektedir. Bu sıralamalar Eşitlik (2) kullanılarak katılımcı bazında ROC ağırlıklarına dönüştürülmüş ve her bir katılımcı için ağırlıklar hesaplanmıştır. Ardından bu ağırlıkların ortalaması alınarak etmenlerin nihai ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak her bir etmen için standart sapma değerleri hesaplanarak uzman değerlendirmelerinin dağılımı incelenmiş ve uzman görüşlerinin homojenlik düzeyi analiz edilmiştir. Söz konusu işlemler sonucunda elde edilen değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3 Dijital Dönüşümü Sınırlayan Etmenlere İlişkin Ağırlıklar

Katılımcılar	Dijital Dönüşümü Sınırlayan Etmenler									
	SE_1	SE_2	SE_3	SE_4	SE_5	SE_6	SE_7	SE_8	SE_9	SE_{10}
Uzm1	0,06	0,19	0,08	0,14	0,11	0,03	0,02	0,05	0,29	0,01
Uzm2	0,29	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
Uzm3	0,05	0,14	0,08	0,06	0,02	0,03	0,01	0,19	0,11	0,29
Uzm4	0,01	0,29	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02
Uzm5	0,08	0,29	0,03	0,19	0,06	0,14	0,01	0,11	0,02	0,05
Uzm6	0,19	0,29	0,05	0,08	0,01	0,03	0,02	0,06	0,11	0,14
Uzm7	0,06	0,19	0,11	0,02	0,05	0,03	0,01	0,14	0,08	0,29
Uzm8	0,03	0,02	0,29	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05	0,01
Uzm9	0,08	0,29	0,19	0,14	0,11	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
Uzm10	0,01	0,29	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02
Uzm11	0,11	0,06	0,05	0,19	0,14	0,08	0,29	0,01	0,03	0,02
Uzm12	0,29	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,14	0,19	0,11
Uzm13	0,06	0,29	0,11	0,08	0,05	0,02	0,01	0,03	0,19	0,14
Uzm14	0,14	0,08	0,06	0,05	0,03	0,11	0,02	0,29	0,01	0,19
Uzm15	0,11	0,14	0,08	0,03	0,06	0,05	0,02	0,19	0,01	0,29
Uzm16	0,05	0,29	0,11	0,19	0,14	0,08	0,06	0,03	0,02	0,01
Uzm17	0,03	0,01	0,02	0,29	0,19	0,14	0,08	0,11	0,06	0,05
Uzm18	0,06	0,01	0,19	0,08	0,14	0,05	0,29	0,02	0,03	0,11
Ortalama	0,10	0,18	0,11	0,12	0,09	0,07	0,07	0,09	0,07	0,10
Std. Sapma	0,08	0,10	0,07	0,07	0,05	0,04	0,08	0,07	0,07	0,10

Tablo 3'te yer alan değerler incelendiğinde araştırmaya katılan uzmanlara göre profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümün önündeki en belirgin sınırlayıcı etmenin dijital beceri eksikliği ve eğitim ihtiyacı olduğu görülmektedir (SE2; 0,18). Bu etmeni sırasıyla entegrasyon karmaşıklığı ve uyum sorunları (SE4; 0,12) ile düzenleyici kısıtlar ve uyumluluk zorlukları (SE3; 0,11) izlemektedir. Ayrıca değişime direnç ve geleneksel kültür (SE1; 0,10) ile yüksek maliyetler ve finansal kısıtlar (SE10; 0,10) benzer önem düzeyinde konumlanırken, operasyonel kesinti riski ve zaman kısıtları (SE5; 0,09) ile yetersiz teknolojik altyapı (SE8; 0,09) bu etmenleri takip etmektedir. En düşük nihai ağırlıklar ise teknoloji güvenilirliği ve bakım zorlukları (SE6; 0,07), veri güvenliği ve gizlilik endişeleri (SE7; 0,07) ve yönetim desteği ve stratejik vizyon eksikliği (SE9; 0,07) etmenlerinde gözlenmiştir. Standart sapma değerleri ise SE2 ve SE10 etmenlerinde uzman değerlendirmelerinin görece daha heterojen bir dağılım sergilediğine, buna karşılık SE6 etmeninde uzman görüşlerinin daha yüksek düzeyde yakınsadığına işaret etmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümü sınırlayan etmenlerin göreli önem düzeylerini deneyimli mutfak çalışanlarının değerlendirmeleri üzerinden belirlemek ve bu doğrultuda müdahale önceliklerine ilişkin kanıta dayalı bir çerçeve sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda literatürde öne çıkan etmenler uzmanlarla yapılan ön görüşmelerde değerlendirilmiş ve profesyonel mutfaklardaki dijital dönüşüm sürecinin kritik noktalarını yansıtan on temel etmen belirlenmiştir. Ardından uzmanların belirlenen bu on etmeni önem düzeyine göre sıraladıkları değerlendirmeleri ROC yaklaşımı ile ağırlıklara dönüştürülmüş ve etmenlerin nihai öncelik düzeyleri hesaplanmıştır.

Araştırmada elde edilen bulgular dijital dönüşümün en kritik sınırlayıcısının "dijital beceri eksikliği ve eğitim ihtiyacı" olduğunu göstermiştir (SE2, 0,18). Bunu "entegrasyon karmaşıklığı ve uyum sorunları" (SE4, 0,12) ile "düzenleyici kısıtlar ve uyumluluk zorlukları" (SE3, 0,11) izlemiştir. "Değişime direnç ve geleneksel kültür" (SE1, 0,10) ile "yüksek maliyetler ve finansal kısıtlar" (SE10, 0,10) orta-üst öncelik düzeyinde konumlanmış; "teknoloji güvenilirliği ve bakım zorlukları" (SE6, 0,07), "veri güvenliği ve gizlilik endişeleri" (SE7, 0,07) ve "yönetim desteği ve stratejik vizyon eksikliği" (SE9, 0,07) sahip oldukları düşük ağırlık değerleri ile son sırayı paylaşmışlardır. Oluşan bu dağılım, profesyonel mutfaklarda dijital dönüşümün önündeki baskın kısıtların insan kaynağı, sistem entegrasyonu ve düzenleyici uyum ekseninde yoğunlaştığına işaret etmektedir. Bu sonuçlar iki temel çıkarım sağlamaktadır. Birincisi, dijital dönüşümün ilerletilmesinde belirleyici unsurun teknoloji tedarikinden ziyade dijital yetkinlik ve öğrenme kapasitesi olduğudur. Dijital beceri ve eğitim ihtiyacının en yüksek ağırlıkla öne çıkması, mutfaklarda dijitalleşmenin iş yapma biçimini dönüştüren bir yetkinlik geliştirme süreci olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. İkincisi çıkarım ise entegrasyon karmaşıklığı ve uyumluluk sorunlarının üst sıralarda yer almasıyla ilişkilidir. Bu bulgu, profesyonel mutfaklarda teknolojik bileşenlerin tekil ve parçalı biçimde devreye alınmasının sürdürülebilir sonuç üretmediğine işaret etmektedir. Eşzamanlı çalışan ekipmanlar, yazılımlar, iş akışları ve hijyen ile gıda güvenliği gereklilikleri dikkate alındığında, dijitalleşmenin uçtan uca süreç tasarımıyla uyumlu, modüler ve ölçeklenebilir bir entegrasyon mimarisi üzerinden yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Araştırmada elde edilen bulgular, profesyonel mutfaklarda dijital dönüşüm sürecinin hangi müdahalelerle ve hangi sırayla ilerletilmesi gerektiğine ilişkin uygulanabilir bir yol haritası sunmaktadır. Bu bağlamda ilk adım olarak vardiya düzeni ve yüksek tempo gerçekliğine uyumlu, kısa süreli ve uygulamaya dönük eğitimlerle dijital beceriler geliştirilmelidir. Bu çerçevede iş üzerinde öğrenmeyi destekleyen düzenekler ve rol bazlı yetkinlik haritaları

oluşturulmalı, dijital okuryazarlık günlük işleyişin doğal bir parçası hâline getirilmelidir. İkinci adım olarak entegrasyon kaynaklı yük azaltılmalıdır. Bunun için arayüzlerin standartlaştırılması, veri akışının sadeleştirilmesi ve sistemlerin operasyonu aksatmadan devreye alınmasını sağlayacak aşamalı geçiş planları uygulanmalıdır. Üçüncü adım ise düzenleyici uyumun güçlendirilmesi olmalıdır. İzlenebilirliği artıran ve denetlenebilir kayıt üretimini güvence altına alan yapılar, dijital dönüşümün temel bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Tüm bu öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Dijital beceri eksikliğini gidermeye yönelik kısa ve uygulamalı eğitim programları oluşturulmalı.
- Entegrasyon karmaşıklığını azaltacak modüler ve uyumlu sistemler tercih edilmeli.
- Düzenleyici gereklilikleri karşılayan izlenebilirlik ve kayıt altyapıları güçlendirilmeli.
- Geleneksel kültürün dönüşüme uyumunu destekleyecek iç iletişim pratikleri geliştirilmeli.
- Maliyet baskılarını azaltmak için aşamalı yatırım stratejisi uygulanmalı.
- Teknolojik altyapı iyileştirmeleri minimum gereksinimleri karşılayacak düzeyde güncellenmeli.

Çalışma doğası gereği bazı sınırlılıklara sahiptir. Öncelikle bulgular, profesyonel mutfaklarda deneyime sahip 18 uzmanın sıralama temelli değerlendirmelerine dayanmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkan öncelikler, doğrudan sahayı temsil eden bir uzman grubunun bakışını yansıtsa da daha geniş ve farklı profillerden katılımcılarla aynı ağırlıkların elde edilip edilmeyeceği bu çalışma kapsamında test edilmemiştir. İkinci olarak ROC, etmenlerin göreli önemini pratik ve tutarlı bir biçimde hesaplasa da etmenlerin birbirini nasıl etkilediğini, hangi etmenin diğerini tetiklediğini ya da baskıladığını açıklayamamaktadır. Gelecek çalışmalarda aynı etmen setinin daha geniş ve farklı profillerden katılımcılarla doğrulanması ve bulguların işletme türü, mutfak ölçeği, hizmet konsepti ve dijital olgunluk düzeyi gibi kırılımlar temelinde karşılaştırmalı olarak incelenmesi yararlı olacaktır. Ayrıca etmenler arasındaki etkileşim yapısını ortaya koymak amacıyla DEMATEL gibi ilişki temelli yöntemlerle ROC sonuçlarının desteklenmesi ve önceliklerin nedensel bir çerçeve içinde yeniden yorumlanması önerilmektedir. Bunun yanı sıra öncelik ağırlıklarının operasyonel performans göstergeleriyle ilişkilendirilmesi, örneğin servis hızı, hata oranı, kalite sapmaları, israf ve iş gücü verimliliği gibi çıktılar üzerinden test edilmesi, bulguların uygulama değerini güçlendirebilir.

KAYNAKLAR

Aydın, Ş., & Uçkan Çakır, M. (2022). Gastronomi ve dijitalleşme. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 12*(4), 2143-2159. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1123324

Barron, F. H., & Barrett, B. E. (1996). Decision quality using ranked attribute weights. *Management science*, *42*(11), 1515-1523. https://doi.org/10.1287/mnsc.42.11.1515
Gong, C., & Ribiere, V. (2021). Developing a unified definition of digital transformation. *Technovation*, *102*,102217. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217
Gray, J., & Rumpe, B. (2017). Models for the digital transformation. *Software & Systems Modeling*, *16*(2), 307-308. https://doi.org/10.1007/s10270-017-0596-7
Hazarhun, E., & Yılmaz, Ö. D. (2020). Restoranlarda dijital dönüşüm: Touch restoran örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, *4*(3), 384-399. https://doi.org/10.32958/gastoria.803143
Keşkekci, D., & Gençer, K. (2023). Yiyecek içecek işletmelerinde dijital dönüşüm. *Journal of Travel and Tourism Research*, *22*(22), 116-130.
Kraus, S., Durst, S., Ferreira, J. J., Veiga, P. M., Kailer, N., & Weinmann, A. (2022). Digital transformation in business and management research: an overview of the current status quo. *International Journal of Information Management, 63*, 102466. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102466
Marczewska, M. (2024). Digital transformation: a challenging opportunity for the food industry companies. *British Food Journal*, *126*(5), 2027-2040. https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2023-0065
Omol, E. J. (2024). Organizational digital transformation: from evolution to future trends. *Digital Transformation and Society*, *3*(3), 240-256. https://doi.org/10.1108/DTS-08-2023-0061
Plekhanov, D., Franke, H., & Netland, T. H. (2023). Digital transformation: A review and research agenda. *European management journal*, *41*(6), 821-844. https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.09.007
Schallmo, D. R., & Williams, C. A. (2018). Digital transformation now! *Guiding the successful digitalization of your business model*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72844-5
Van Veldhoven, Z., & Vanthienen, J. (2022). Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. *Electronic markets*, *32*(2), 629-644. https://doi.org/10.1007/s12525-021-00464-5
Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of business research*, *122*, 889-901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022
Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems, 28*(2), 118-144. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003
Vismaya, K., & Thiyagarajan, C. (2024). Robotics and automation in commercial kitchens: Balancing efficiency and challenges. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, *11*(3), 245-258.

BEŞİNCİ PARTİ LOJİSTİK: DİJİTAL DÖNÜŞÜM ÇAĞINDA TEDARİK ZİNCİRLERİNİN STRATEJİK ORKESTRASYONU

Zafer DURAN
Alanya Alaaddin Keykubat University, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükballı Vocational School, Business Management Programme, 07900 Gazipaşa, Antalya
ORCID: 0000-0002-7227-4196

ÖZET

Dijitalleşme, lojistik faaliyetleri doğrusal operasyon akışlarının ötesine taşıyarak veri mimarileri, gerçek zamanlı karar destek sistemleri ve ağ temelli koordinasyon mantığıyla yeniden yapılandırmaktadır. 5PL bu dönüşümün merkezinde konumlanarak çok aktörlü tedarik ağlarını dijital platformlar aracılığıyla bütüncül biçimde yöneten ve ağ ölçeğinde karar tutarlılığı üreten üst düzey bir lojistik modeli olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, 5PL'yi fiziksel kapasiteye dayalı bir hizmet sağlayıcı yaklaşımından ziyade veri temelli karar süreçlerini ekosistem düzeyinde bütünleştiren stratejik bir yönetişim katmanı olarak kavramsallaştırmakta, yaklaşımın teorik dayanaklarını, teknolojik bileşenlerini ve değer üretim mantığını dijital lojistik yönetimi perspektifinden tartışmaktadır. 5PL'nin işleyişi, platform mimarisi bağlamında sipariş yönlendirme, konsolidasyon ve ağ düzeyinde optimizasyon üreten temel fonksiyonlar üzerinden ele alınmakta, belirsizlik koşullarında simülasyon ve senaryo analizi gibi araçların performans ve karar kalitesi üzerindeki rolü değerlendirilmekte ve modelin sektörel görünümleri karşılaştırmalı biçimde örneklendirilmektedir. Bu doğrultuda e-ticarette Amazon ve Alibaba Cainiao'nun platform temelli pratikleri, otomotivde SNECI'nin gerçek zamanlı analiz odaklı yönetişim yaklaşımı ve soğuk zincir gerektiren sektörlerde izlenebilirlik ile uyumluluk baskıları, 5PL'in ortak bir orkestrasyon mantığı üzerinde yükseldiğini, ancak sektörlerin risk rejimi, hizmet seviyesi beklentileri ve düzenleyici çerçevesine bağlı olarak farklı operasyonel öncelikler üzerinden biçimlendiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: 5PL, Lojistik yönetimi, Lojistikte dijitalleşme, Dijital dönüşüm

FIFTH-PARTY LOGISTICS: STRATEGIC ORCHESTRATION OF SUPPLY CHAINS IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION

ABSTRACT

Digitalization is restructuring logistics activities beyond linear operational flows through data architecture, real-time decision support systems, and a network-based coordination logic. 5PL is positioned at the center of this transformation, emerging as an advanced logistics model that holistically manages multi-actor supply networks via digital platforms and produces network-level decision coherence. This study conceptualizes 5PL not as a service-provider approach

grounded in physical capacity, but as a strategic governance layer that integrates data-driven decision processes at the ecosystem level, and discusses its theoretical foundations, technological components, and value creation logic from the perspective of digital logistics management. The functioning of 5PL is examined, within the context of platform architecture, through core functions that generate order routing, consolidation, and network-level optimization. The role of tools such as simulation and scenario analysis on performance and decision quality under conditions of uncertainty is assessed, and the sectoral manifestations of the model are illustrated comparatively. In this direction, the platform-based coordination practices of Amazon and Alibaba Cainiao in e-commerce, SNECI's real-time analytics-oriented governance approach in automotive, and the traceability and compliance pressures in cold-chain-intensive sectors show that 5PL is built upon a common orchestration logic yet is shaped through different operational priorities depending on sectors' risk regimes, service-level expectations, and regulatory frameworks.

Keywords: 5PL, Logistics management, Digitalization in logistics, Digital transformation

1.GİRİŞ

Dijitalleşme ekonomik ve örgütsel sistemlerin işleyiş mantığını baştan tanımlayan kapsamlı bir dönüşüm gücüne evrilmekte, değer yaratma süreçlerini hız, esneklik ve bilgiye dayalı karar verebilme yetkinliği etrafında yeniden şekillendirmektedir. Bununla birlikte bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler bu dönüşümü üretimden pazarlamaya, tedarik yönetiminden müşteri deneyimine kadar uzanan geniş bir alanda derinleştirmektedir. Ekonomik faaliyetlerin dayandığı rekabet dinamikleri artık fiziksel kapasiteden çok dijital veri kümelerini işleme, anlamlandırma ve algoritmik karar sistemleriyle eşzamanlı tepki üretme becerisine bağlı hale gelirken operasyonel süreçler çizgisel, bölümlenmiş ve hiyerarşik yapılarından sıyrılarak çok aktörlü, etkileşim yoğun ve ağ tabanlı bir düzene evrilmektedir. Bu dönüşümün en belirgin şekilde hissedildiği alanlardan biri de lojistik faaliyetlerdir. Dijitalleşmenin artan etkisiyle lojistik faaliyetler her geçen gün yatay entegrasyon, birlikte çalışabilirlik, ademi merkeziyetçilik ve modülerlik ilkeleri doğrultusunda uçtan uca görünürlük ile kesintisiz veri akışına dayalı bütünleşik bir ekosisteme dönüşmektedir. Geleneksel lojistik modelleri bu karmaşık ve yüksek koordinasyon gerektiren yapıyı yönetmekte yetersiz kalırken daha üst seviyede bir orkestrasyon kapasitesine duyulan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Bu bağlamda Beşinci Parti Lojistik (5PL) tam da bu ihtiyacı karşılayarak çok aktörlü tedarik zincirlerinin dijital platformlar üzerinden bütüncül biçimde yönetilmesini mümkün kılan stratejik bir hizmet paradigması olarak ortaya çıkmakta ve dijitalleşmenin dönüştürdüğü lojistik dünyasında

operasyonel uyumu sürdürülebilir biçimde sağlayan yeni bir koordinasyon mantığı sunmaktadır.

Dijital dönüşüm tedarik zinciri yönetiminin karar mantığını yeniden biçimlendirmekte ve dijital teknolojilerin entegrasyonu sayesinde süreçlerin daha bağlantılı, daha öngörülebilir ve daha uyarlanabilir bir yapıda işlemesine olanak tanımaktadır (Ghobakhloo vd., 2025; Li vd., 2025). Zira büyük hacimli verinin yapay zekâ ve gelişmiş analitik uygulamalarıyla işlenmesi, talep tahmininden envanter optimizasyonuna kadar pek çok kararın gerçek zamanlı verilere dayanarak alınmasını mümkün kılmakta ve tedarik zincirinin bütününde algılama, yorumlama ve tepki verme hızını artırmaktadır (Zhao vd., 2023; Han, 2025). Nesnelerin interneti (IoT) sensörleri, radyo frekansıyla tanımlama etiketleri (RFID) ve bulut tabanlı izleme sistemleri sevkiyatların, envanter akışlarının ve üretim süreçlerinin eşzamanlı izlenmesine olanak tanırken otomasyon ve yapay zekâ destekli karar sistemleri dağıtım yollarını optimize ederek lojistik operasyonlarda hem kaynak kullanımını hem de süreç çevikliğini iyileştirmektedir (Yu vd., 2025). Bu yeni teknolojiler sayesinde tedarik zinciri boyunca ortaya çıkan verimsizlikler daha erken tespit edilebilmekte, bakım ihtiyaçları öngörülebilmekte ve sistemin bütününde daha öngörülü bir yönetim anlayışı mümkün hale gelmektedir. Bununla birlikte artan bilgi işleme kapasitesi paydaşların aksaklıkları daha etkili bir biçimde öngörmesine ve yanıtlamasına olanak tanımakta, bu durum ise tedarik zincirleri arasında daha yüksek düzeyde koordinasyon gerektiren yeni bir operasyon mantığını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda 5PL, dijitalleşme ile giderek karmaşıklaşan çok aktörlü tedarik ağlarını platform tabanlı bir mimari üzerinden yöneten ve veri temelli karar süreçlerini ekosistem ölçeğinde bütünleştiren üst düzey bir lojistik hizmet yaklaşımı olarak konumlanmaktadır.

5PL, çok aktörlü tedarik ağlarını dijital platformlar üzerinden yöneten, veri temelli karar süreçlerini merkezine alan ve fiziksel kapasiteden ziyade bilişim altyapısına dayalı bir lojistik modelidir. Bulut tabanlı altyapılar, ileri analitik uygulamalar ve otomasyon destekli karar mekanizmaları üzerinden işleyen bu model, lojistik süreçlerin uçtan uca görünürlüğünü ve operasyonel uyumunu dijital ekosistem içinde yeniden tanımlamaktadır. Bu nedenle dijitalleşmenin lojistik yapıları hızla dönüştürdüğü günümüz koşullarında 5PL'in bu ekosistem içindeki işleyişinin, üstlendiği rollerin ve değer üretme biçiminin anlaşılması hem kavramsal netlik hem de uygulamaya dönük değerlendirmeler açısından önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışma, 5PL'i dijital çağın lojistik yönetimi bağlamında ele alarak kavramın teorik temellerini ve teknolojik bileşenlerini incelemekte, dijital dönüşüm sürecinde nasıl bir konum edindiğini tartışarak güncel lojistik yönetimine hangi açılardan katkı sunduğunu bütüncül bir biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2. DİJİTALLEŞMENİN LOJİSTİK ÜZERİNDEKİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ ETKİSİ

Dijitalleşme, tüm ekosistemlerde olduğu gibi lojistiğin de yerleşik mantığını köklü bir şekilde değiştirerek sektörün işleyişini yeniden biçimlendirmektedir (Al-Ababneh vd., 2023). Bu bağlamda lojistik faaliyetler uzun süre mal akışının mekanik koordinasyonuna indirgenmiş dar bir anlayıştan çıkarak sürecin bütününü veri akışlarıyla beslenen, sistemler arası bağlantılar üzerinden yaşayan ve kendi işleyişini sürekli güncelleyebilen bir yapıya doğru evrilmektedir (Cichosz vd., 2020). Bu evrilme, lojistiği fiziksel operasyonların yürütülmesine dayalı geleneksel konumundan uzaklaştırarak kararların anlık bilgiyle şekillendiği esnek ve etkileşimli bir sistem düzeyine taşımaktadır (Tseng vd., 2021). Böylece lojistik çevresel değişimleri izlemekle yetinen reaktif bir işleyişten ayrılıp çok katmanlı veri ilişkilerini değerlendirerek kendi akışını sürekli yeniden kurabilen daha öngörücü ve uyarlanabilir bir yapıya dönüşmektedir.

Lojistik faaliyetlerde yaşanan köklü dönüşümün ardında süreçlerin karar yapısını gerçek zamanlı bilgiyle bütünleştiren teknolojiler yer almaktadır (Al-Ababneh vd., 2023). Sensör tabanlı veri toplama mekanizmaları, akıllı cihazlar ve IoT altyapıları, lojistik akışları statik birer işlem dizisi olmaktan çıkararak sürekli bilgi üreten ve bu bilgi üzerinden kendi düzenini kurabilen dinamik bir yapıya çevirmektedir. Bununla birlikte yapay zekâ algoritmaları, tahmine dayalı analizler ve dijital ikiz modelleri lojistik operasyonlarına gelecekteki koşulların öngörülerek operasyonel kararların buna göre yapılandırılmasını mümkün kılan yeni bir karar mantığı sunmaktadır. Nitekim yapay zekâ ve makine öğrenimi alanındaki ilerlemeler sayesinde karmaşık lojistik ağlarında tahmin doğruluğu giderek artmaktadır (Nitsche ve Straube, 2023). Platform temelli koordinasyon yapıları ve bütünleşik veri yönetim sistemleri, lojistik aktörlerini ortak bir dijital zeminde buluşturarak süreçlerin görünürlüğünü ve karşılıklı uyum kapasitesini artırmaktadır (Tseng vd., 2021). Teknolojik yenilikler, bilgi katmanını lojistik operasyonların ayrılmaz bir bileşeni hâline getirerek lojistiği örgütsel ve teknolojik açıdan yeniden konumlandırmaktadır (Cichosz vd., 2020). Yaşanan bu değişimle birlikte lojistik yönetimi analog dönemin doğrusal işleyiş mantığından uzaklaşarak dijital etkileşimler tarafından şekillenen daha bütüncül bir paradigmaya doğru ilerlemektedir.

Dijital altyapının bu ölçekte lojistik yapının merkezine yerleşmesi, süreçlerin kurgulanma ve anlamlandırılma biçimini de köklü bir şekilde değiştirmektedir. Lojistik işletmeleri artık yalnızca fiziksel akışları düzenleyen operasyonel birimler olmaktan çıkarak veri akışlarını yorumlayan, anlamlandıran ve bu anlam üzerinden karar üreten bilişsel yapılara dönüşmektedir. Bu dönüşümle süreçleri birbirinden kopuk fonksiyonlar olarak ele alan geleneksel yaklaşım yerini tedarik zinciri boyunca oluşan bilgi ilişkilerini tek bir bütünlük içinde okuyabilen daha

sistemik bir perspektife bırakmaktadır (Moldabekova vd., 2021). Gerçek zamanlı veri akışının operasyonel ritmin kurucu unsuru hâline gelmesi, lojistik aktörlerinin belirsizlikleri yönetmekle yetinmeyip onları operasyonel kurgunun bir parçası olarak önceden değerlendirebilmesine olanak tanımaktadır (Al-Ababneh vd., 2023). Süreçlerin bu biçimde bilgi merkezli bir yapıya evrilmesi, lojistik operasyonların bir değer üretim mekanizmasına dönüşmesini sağlayarak hem yönetim hem de işletme maliyetlerinde kayda değer azalmalar yaratmakta ve sistemlerin yanıt verme kapasitesini de belirgin biçimde artırmaktadır (Cichosz vd., 2020). Ayrıca yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları, planlama, talep tahmini ve operasyonel optimizasyon gibi konularda kuruluşlara erken uyarı ve önleyici müdahale kabiliyeti kazandırarak sistemin öngörülebilirliğini güçlendirmektedir. Dahası lojistik ağlarda bağlantısallığı artıran dijital teknolojiler, farklı aktörler arasında kesintisiz ve zamanında bilgi paylaşımını mümkün kılarak tedarik zincirinin tamamına yayılan bir görünürlük ve şeffaflık yaratmaktadır (Nitsche ve Straube, 2023). IoT tabanlı izleme uygulamaları, malların konum ve durum bilgilerinin bütüncül biçimde takip edilmesini sağlarken (Ashraf vd., 2025) blok zinciri teknolojileri, izlenebilirlik ve güvenilirlik açısından kritik bir altyapı oluşturarak (Singh vd., 2025) iş birliğini güçlendirmektedir.

Dijital teknolojilerin süreçlere entegre edilmesi, operasyonel akışların otonomi ve hız kazanmasını sağlayarak hem yönetim hem de işletme maliyetlerinde belirgin azalmalar yaratmaktadır (Al-Ababneh vd., 2023). Taşıma optimizasyonu, büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli planlama araçları sayesinde sevkiyatların zamanlaması, rota seçimi ve kapasite kullanımı daha bilimsel bir temele oturmakta (Herold vd., 2021) bu da boşa hareketi azaltarak taşıma maliyetlerinin doğrudan düşmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca gelişmiş analitikler ve dijital ikizler, uluslararası lojistik ağlarının gelecekteki durumlarını öngörebilme kapasitesini artırarak belirsizlik kaynaklı maliyetleri minimize etmektedir. Benzer şekilde stok yönetimi süreçlerinin gerçek zamanlı envanter verileriyle desteklenmesi, arz-talep dengesini optimize ederek hem aşırı stoktan kaynaklanan finansal yükleri azaltmakta hem de eksik stok nedeniyle oluşan operasyonel kayıpların önüne geçmektedir (Tseng vd., 2021). Üretim ve dağıtım süreçlerinin yalın üretim prensipleri ve bilimsel envanter kontrolüyle bütünleşmesi ise kaynak kullanımının daha etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Depo operasyonlarında otomasyon, akıllı cihazlar ve artırılmış gerçeklik araçlarının kullanımı ayıklama ve işleme hızında dikkate değer artışlar sağlayarak iş gücü maliyetlerini düşürmekte ve operasyonel verimliliği katlanarak yükseltmektedir (Al-Ababneh vd., 2023). Blok zinciri gibi veri bütünlüğünü garanti eden teknolojiler ise idari hatalardan kaynaklanan gecikmeleri azaltarak süreçlerin maliyet etkinliğini artırmaktadır (Moldabekova vd., 2021).

Dijitalleşmenin lojistikte yarattığı dönüşüm, sadece ekonomik etkinliği artırmamakta sektörün temel mantığını yeniden tanımlayan ve gelecekteki rekabet mimarisini biçimlendiren yapısal bir kırılmaya da neden olmaktadır. Zira analog dönemin yerleşik süreçleri, dijital çağın baskın paradigması karşısında giderek tanınmaz hâle gelmektedir (Herold vd., 2021). Bu nedenle dijitalleşme kuruluşların verimlilik, maliyet etkinliği ve rekabet gücü arasındaki ilişkiyi doğrudan etkileyen stratejik bir zorunluluk olarak her geçen gün daha belirgin bir konum kazanmaktadır (Al-Ababneh vd., 2023). Bu eğilim ilerledikçe dönüşümün derinliği de artmakta, sürece katılan her bir dijital bileşen, operasyonel bir araç olmanın ötesine geçerek stratejik hedeflere ulaşmanın kurucu bir unsuruna dönüşmekte ve örgütsel yapıdan karar alma süreçlerine kadar birçok alanı yeniden şekillendirmektedir. Dolayısıyla lojistik hizmet sağlayıcıları dijitalleşmeyle birlikte sadece operasyonel teknolojilerini değiştirmemekte iş modellerini, stratejilerini, hatta kültürlerini bu yeni paradigmayla uyumlu hale getirmek zorunda kalmaktadır (Cichosz vd., 2020).

2.1. Platform Tabanlı Yönetim Modellerine Geçiş ve Koordinasyon Gereksinimi

Dijitalleşmenin pazar dinamiklerini temelden değiştirdiği günümüzde, işletmeler stratejik yönelimlerini bu yeni koşulların gerektirdiği şekilde gözden geçirmek durumundadır. Zira küresel ölçekte giderek yaygınlaşan dijitalleşme hareketi, modern dünya pazarının yapısını değiştirirken şirketlerin iş stratejilerini de bu yeni düzene uyarlamak zorunda bırakmaktadır (Al-Ababneh vd., 2023). Bu baskının en belirgin hissedildiği alanlardan biri de lojistiktir. Tedarik zinciri süreçlerinin dijital araçlarla bütünleşmesi, veri akışının hızlanması ve operasyonların gerçek zamanlı olarak izlenebilir hale gelmesi, uluslararası lojistik ağlarının hem işleyişini hem de risk profilini köklü bir şekilde değiştirmektedir (Herold vd., 2021). Lojistik faaliyetler daha bütüncül ve veri merkezli bir işleyişe doğru sürüklenirken operasyonel süreçlerin görünürlüğüne ve değişen koşullara hızla uyum sağlayabilecek esnek yönetim mekanizmalarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu doğrultuda tedarik zincirinin tüm aşamalarını ortak bir dijital yapı altında buluşturan bütünleşik sistemler, lojistik işletmelerinin verimlilik, rekabet gücü ve sürdürülebilirlik düzeyini belirleyen temel bir unsur haline gelmektedir.

Lojistik sektöründe giderek artan karmaşıklık, geleneksel iş modellerinin rekabet üstünlüğü sağlamadaki işlevselliğini önemli ölçüde zayıflatmaktadır. Geçmişte elde edilen başarıların aynı yöntemlerle sürdürülebileceğine yönelik güven, işletmeleri değişen piyasa koşullarına uyum göstermekte yetersiz kalan bir yetkinlik tuzağına çekmekte ve uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından ciddi sınırlılıklar yaratmaktadır. Bununla birlikte pazarlama ve lojistik sistemlerinde karar mekanizmalarının büründüğü çok işlevli yapı, süreçler arasındaki

bilgi akışını karmaşıklaştırarak örgütsel düzeyde uyumsuzlukların birikmesine neden olmaktadır. Bu nedenle dijitalleşmenin lojistik sektöründe tetiklediği köklü dönüşüm, sadece mevcut uygulamaların dijital ortama aktarılmasıyla karşılanamamakta ve işletmelerin dijitalleşmeyi faaliyetlerinin merkezine yerleştiren bir anlayış geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte dijital teknolojilerin operasyonel ve stratejik karar alma süreçlerinde belirleyici bir hâle gelmesi, lojistik işletmelerini veri odaklı çalışma biçimlerini benimsemeye, örgütsel yapılarını yeniden düzenlemeye ve teknolojik yetkinliklerini geliştirmeye yönlendirmektedir.

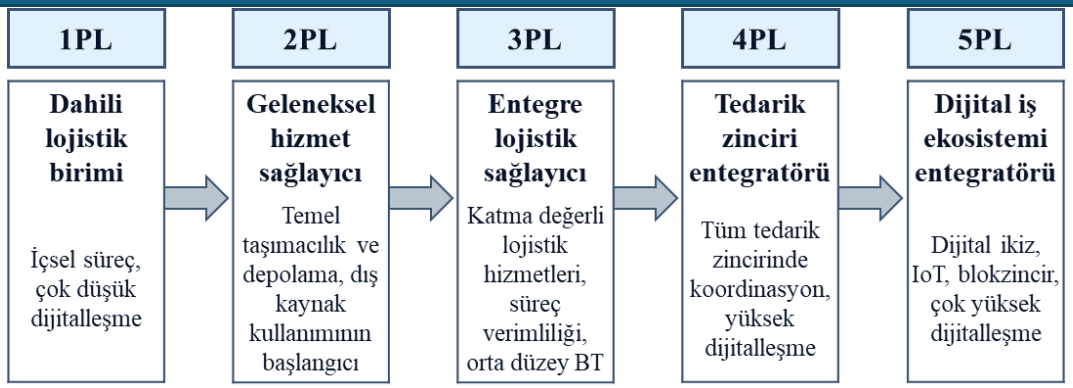
3. 5PL: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE EVRİMSEL KONUM

5PL, lojistik hizmet sağlayıcılarının evriminde en ileri noktayı temsil eden, tamamen entegre, veriye dayalı ve hizmet temelli bir yönetim modelidir (Lakhwani, 2025). Kavram, taşıma kapasitesinin dış kaynaklardan sağlandığı Üçüncü Parti Lojistik (3PL) ve tedarikçi koordinasyonunu üstlenen Dördüncü Parti Lojistiğin (4PL) yarattığı mimari üzerinde yükselmekle birlikte bu iki yaklaşımın ötesine geçerek dijitalleşmenin oluşturduğu çok katmanlı lojistik ekosistemini platform tabanlı bir yönetim çatısı altında bütünleştirmektedir (Ivaschenko, 2017). 5PL sağlayıcıları, fiziksel taşıma kaynaklarına sahip olmak yerine bulut tabanlı altyapılar, ileri analitik uygulamalar, dijital ikizler ve otomasyon destekli karar mekanizmalarıyla karmaşık lojistik ağlarında uçtan uca görünürlük, eşgüdüm ve kontrol sağlayan bir orkestrasyon kapasitesi sunmaktadırlar (Lakhwani, 2025). Benimsedikleri bu anlayış, tedarikçileri ve alıcıları aynı operasyonel zeminde buluşturan geniş ölçekli bir dijital hizmet katmanı olup yazılım hizmeti iş modeline benzemektedir. Bu iş modelinde tüm sistem merkezi olarak bulutta barındırılmakta ve büyük lojistik firmalarının sevk fonksiyonlarını dış kaynaklardan karşılamayı mümkün kılan çekici bir çözüm sunmaktadır (Ivaschenko, 2014).

5PL platformunun temel işlevi gelen siparişleri uygun kaynaklara yönlendirmek, konsolidasyon süreçlerini optimize ederek bekleme sürelerini azaltmak ve araçlar ile sürücüler için verimli çizelgeler oluşturmaktır (Ivaschenko, 2017). Artan karar verici çeşitliliği, yüksek belirsizlik düzeyi ve sürekli değişen operasyon koşulları, 5PL'in merkezi olmayan mimarilere, dağıtılmış zekâ sistemlerine ve çoklu ajan tabanlı süreç yönetimine dayalı bir işleyişi gerekli kılmaktadır. Bu nedenle söz konsu platform aynı zamanda müşteriler ile taşıyıcılar arasındaki operatif etkileşimi destekleyerek yeni siparişlerin gerçek zamanlı yönetimini de mümkün kılmaktadır (Ivaschenko, 2014). Güncel uygulamalarda 5PL mimarisi özellikle kentsel yoğunluk bölgelerinde ve altyapı imkânlarının sınırlı olduğu kırsal alanlarda belirginleşen son kilometre lojistiği sorunlarına yönelik yenilikçi çözümler sunmakta, drone gibi yenilikçi teslimat araçları yüksek çeviklikleri ve düşük altyapı gereksinimleriyle 5PL'in orkestrasyon katmanına doğal

biçimde entegre edilebilmektedir. Nitekim yapılan simülasyonlar drone sistemlerinin 5PL mimarisiyle tam bütünleşmesinin teslimat sürelerinde geleneksel 4PL yapılarına kıyasla %65,5'e varan iyileşme, operasyonel maliyetlerde %40'tan fazla azalma ve karbon salımlarında %90'a yakın düşüş sağladığını ortaya koymaktadır (Lakhwani, 2025). Bu iyileşmeler 5PL'nin yapay zekâ destekli optimizasyon, IoT tabanlı izleme ve blok zincir temelli sözleşme uyumluluğunu aynı çatı altında bir araya getiren ve dijitalleşme çağının çok aktörlü lojistik ekosistemini stratejik bir bütünlük içinde yönetebilen bir mimariye sahip olduğuna işaret etmektedir.

1PL'de işletmeler sadece kendi ihtiyaçlarına yönelik içsel lojistik faaliyetleri yürütürken, 2PL'de bu faaliyetlerin belirli kısımları uzmanlaşmış taşıyıcılara devredilerek lojistik fonksiyonlarda dış kaynak kullanımının ilk adımları atılmıştır (Nicoletti ve Appolloni, 2024). Küreselleşmenin yarattığı karmaşık tedarik ağları depolama, dağıtım ve taşımayı uçtan uca yöneten 3PL modellerinin gelişmesine zemin hazırlarken bunun doğal uzantısı olarak ortaya çıkan 4PL, farklı hizmet sağlayıcıların kaynaklarını, yetkinliklerini ve bilişim altyapılarını tek bir entegratör altında birleştirip tedarik zincirinin tamamını koordinasyon temelli bütüncül bir yapı olarak yönetmeye başlamıştır. Bu evrimsel çizginin bir sonraki basamağı olan 5PL ise dijitalleşmenin yükselen etkisi ve değişen müşteri beklentileri karşısında 4PL'nin sınırlılığını aşmak amacıyla geliştirilen bir iş modeli olarak konumlanmıştır. 4PL daha çok fiziksel ve bilgi temelli kaynakları bir araya getiren entegratörler olarak tanımlanırken, 5PL operasyonları karmaşık bir dijital iş ekosistemi olarak ele alan, planlama ve koordinasyonu ileri düzey süreçler ve teknolojik çözümler üzerinden yürüten gelişmiş bir lojistik yaklaşımıdır (Hosie vd., 2012). Bu yaklaşım, gevşek bağlarla ilişkilenen veya kendi kendine organize olan aktörlerin bilgi paylaşımı, yenilik üretimi ve ağ sinerjisinden yararlanmasını sağlayan dijital olarak örülmüş bir ekosisteme dayanmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2024). 1 PL'den 5PL'ye uzanan bu yapısal dönüşüm lojistik hizmet sağlayıcıların rolünü, kapsamını ve değer üretme biçimlerini kökten değiştiren evrimsel bir ilerleyişe sahiptir. Şekil 1'de bu evrimin temel aşamaları, her bir modelin üstlendiği işlevler ve dijitalleşme düzeyindeki artış bütüncül bir bakışla gösterilmektedir.



Şekil 1 Lojistik Modellerin Evrimi
Kaynak: Nicoletti ve Appolloni (2024)'den uyarlanmıştır.

Şekil 1'den anlaşılacağı üzere lojistik modelleri, zaman içerisinde organizasyonel tasarım, yönetişim mantığı ve teknoloji odaklı değer üretme biçimleri bakımından belirgin bir dönüşüm geçirmiştir. 1PL ve 2PL'de etkin olan operasyonel ve fiziksel hizmet mantığı 3PL'de süreç entegrasyonuna, 4PL'de çoklu hizmet sağlayıcıların koordinasyonuna, 5PL'de ise dijital ekosistemlerin stratejik orkestrasyonuna evrilmiştir. Dijitalleşme düzeyindeki artış, bu evrimin belirleyici unsuru olmuştur. Nitekim bulut bilişim, yapay zekâ, dijital ikizler ve dağıtılmış zekâ sistemleri gibi teknolojiler 5PL'de lojistik mimarinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

3.1. 5PL'nin Teknolojik Mimarisi ve İşleyiş Mantığı

5PL, lojistik yönetiminde dijital platformların, dağıtılmış zekâ sistemlerinin ve yüksek düzeyde otomasyonun belirleyici rol oynadığı bir organizasyon modelidir. Teknoloji yoğun ve ölçeklenebilir bir yapıya sahip olan bu modelde fiziksel operasyonlardan ziyade çok paydaşlı tedarik zincirlerini bütünleştiren ağ tabanlı koordinasyon mekanizmaları kullanılmaktadır. Bu doğrultuda 5PL, faaliyetleri tasarlayan, yöneten ve optimize eden stratejik bir dijital ekosistem entegratörü olarak tanımlanmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2024).

5PL'nin teknolojik organizasyonu, ileri analitik kapasiteyi, dijital simülasyon modellerini, dağıtık güven mekanizmalarını ve gerçek zamanlı izleme sistemlerini bütünleştiren katmanlı bir yapıdan oluşmaktadır. 5PL modeli, lojistik operasyonların fiziksel unsurlara sahip olunmaksızın koordine edilebildiği, karar süreçlerinin veri akışı üzerinden şekillendiği ve çok aktörlü ağların tek bir dijital çatı altında bütünleştirildiği bir mimariye sahiptir. Söz konusu mimari yüzeysel bir teknoloji birikimi görüntüsü vermekle birlikte derinde birbirine bağlı katmanların sürekli öğrenen, kendini uyarlayan ve sistem davranışını bütünsel bir çerçevede yeniden tanımlayan bir işleyişle çalışmaktadır. Bu yapının temelinde ise fiziksel süreçlerden kesintisiz veri toplayan IoT katmanı bulunmaktadır. Sensörler, RFID etiketleri ve telematik cihazlar aracılığıyla elde edilen bilgiler sayesinde lojistik akışın en ince ayrıntıları gerçek zamanlı şekilde izlenebilmekte, 5PL sağlayıcılarının sahaya doğrudan sahiplik kurmadan

operasyonel bütünlüğü takip edebilmesi sağlanmaktadır. 5PL'nin fiziksel kapasiteye sahip olmadığı göz önünde bulundurulduğunda veri akışı lojistik ağla temas kurmanın ve operasyonel gerçekliği anlık olarak yansıtmanın tek sürdürülebilir yolu hâline gelmektedir.

Veri üretiminin ardından çok aktörlü yapılar için kritik öneme sahip olan veri bütünlüğünün sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda blokzincir teknolojisi, değiştirilemez kayıt yapıları ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla, Ortak Planlama, Tahminleme ve Yenileme (CPFR-Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) süreçlerinde sıklıkla karşılaşılan bilgi gizleme, manipülasyon ve güven eksikliği sorunlarının azaltılmasına olanak tanımaktadır. Böylece tüm aktörlerin aynı operasyonel gerçekliğe dayalı hareket etmesi kolaylaştırılmakta, 5PL platformunun güvenilirliği ve koordinasyon kapasitesi güçlendirilmektedir. Bu güven doğrultusunda işleyen bulut mimarisi ise 5PL'in fiziksel altyapı taşımayan yapısına ölçeklenebilirlik kazandırmaktadır. IoT'den akan yüksek hacimli veri bulut ortamlarında işlenebilmekte, farklı aktörlerin eş zamanlı ve kesintisiz erişimi mümkün hale gelmektedir. Böylece operasyonların coğrafi sınırları aşılarak operasyonların akıcı ve esnek bir şekilde yürütülerek lojistik ağın direnç ve süreklilik kapasitesi artırılmaktadır. 5PL mimarisinin bir sonraki aşamasında yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmaları devreye girmektedir. Rota planlama, talep tahmini, depo kapasitesini ayarlama, envanter optimizasyonu ve anomali tespiti gibi karar süreçleri, veri temelli hesaplamalar aracılığıyla daha hızlı ve daha doğru biçimde yürütülmektedir (Tkach vd., 2025). Bu karar mekanizmasını tamamlayan unsur ise dijital ikiz tabanlı simülasyon katmanıdır. Dijital ikizler aracılığıyla fiziksel süreçlerin sanal kopyası oluşturularak ağ davranışı gerçek zamanlı biçimde tekrar üretilmekte ve potansiyel darboğazlar ya da sapmalar erken aşamada tespit edilebilmektedir. Farklı senaryoların önceden test edilebilmesi, 5PL sağlayıcılarını riskleri öngörebilen, kapasiteyi optimize eden ve operasyonu dinamik olarak yeniden şekillendiren bir yapıya kavuşturmaktadır.

3.2. Çok Aktörlü Tedarik Ağlarında 5PL'in Rolü ve Değer Üretme Biçimi

Lojistik faaliyetlerin giderek karmaşıklaştığı ve küresel rekabetin sertleştiği günümüz koşullarında dijitalleşme, lojistik faaliyetlerin dönüşümünde belirleyici bir itici güç olarak konumlanmaktadır. Müşteri beklentilerinin hız, görünürlük, izlenebilirlik ve esneklik etrafında yeniden şekillenmesi, sürdürülebilirlik gerekliliklerinin tedarik ağlarına entegre edilmesi, operasyonel süreçlerde hataya yer bırakmayan çeviklik ihtiyacının giderek belirginleşmesi, lojistikte dijitalleşmeyi kaçınılmaz bir dönüşüm alanı haline getirmektedir (Herold vd., 2021). Bu dönüşüm işletmelerin örgütsel yapılarını, iş modellerini ve karar süreçlerini yeniden tasarlamasına neden olmaktadır. Bu bağlamda 5PL fiziksel varlıklara sahip olmadan tüm ağı

veri güdümlü bir mimari üzerinden yöneterek lojistikte değer yaratma mantığını yeniden tanımlayan bir dijital yönetişim modeli olarak öne çıkmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2014). Dijitalleşme düzeyinin küresel ölçekte giderek artması işletmelerde hız ve doğruluk gerektiren operasyonların daha görünür ve izlenebilir hâle gelmesini zorunlu kılmaktadır. Geleneksel süreçler bu gereksinimleri karşılayamadığından işletmeler, kararların anlık veri akışıyla desteklendiği bütünleşik dijital yapılara yönelmek zorunda kalmaktadır. Dolayısıyla da teknoloji rekabet avantajının temel unsurlarından biri hâline gelmektedir. Nitekim Lojistik Performans Endeksi (LPI) göstergeleri de bu durumu destekler niteliktedir (Moldabekova vd., 2021). Bununla birlikte sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi uygulamalarının lojistik süreçlerde giderek daha fazla ağırlık kazanması, 5PL gibi veri-merkezli yapılara olan ihtiyacı her geçen gün daha da artırmaktadır.

5PL'in diğer lojistik iş modellerinden farkı, dijital ikizler, IoT sensörleri, blokzincir, bulut bilişim ve yapay zekâ gibi ileri teknolojilerin tek bir operasyonel çerçevede bütüncül olarak çalışmasını sağlayan katmanlı bir mimariye sahip olmasıdır. IoT sistemler fiziksel akışın her noktasından veri üretirken blokzincir bu verinin çok aktörlü bir ağda bozulmadan ilerlemesini sağlayarak güvenilirliği garanti altına almaktadır (Tkach vd., 2025). Özellikle CPFR süreçlerinde bilgi saklama, güven eksikliği ve eşgüdüm sorunları göz önünde bulundurulduğunda blokzincir lojistik operasyonların işleyişinde önemli bir araç haline gelmektedir. Bununla birlikte bulut bilişim, fiziksel altyapıya ihtiyaç duymayan 5PL platformunu ölçeklenebilir hâle getirerek çok aktörlü erişimi ve yüksek hacimli veri akışının işlenmesine olanak vermektedir. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları da talep tahmini, rota planlama, depo ve envanter optimizasyonu gibi süreçlerde karar hızının ve doğruluğunun iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Dijital ikiz ise tüm bu altyapının üzerinde yer alarak fiziksel sistemlerin davranışlarını gerçek zamanlı simüle etmeye, darboğazları görünür kılmaya ve risk senaryolarını test etmeye imkân tanımaktadır. Bu teknolojiler sayesinde 5PL, fiziksel varlıklara sahip olmaksızın ağın bütünsel davranışı üzerinde operasyonel kontrol sağlayabilen bir yönetişim yapısıyla tedarik zincirinde yer alan tüm paydaşları uyumlaştırmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2014).

5PL çok aktörlü tedarik ağlarında giderek artan koordinasyon maliyetlerini azaltan ve karar asimetrilerini ortadan kaldıran bir üst yönetişim katmanı kurmaktadır. Geleneksel yapılarda bilgi akışının kesintili olması, veri paylaşımına yönelik isteksizlik, talep tahminindeki ölçek uyumsuzlukları ve operasyonel eşgüdüm sorunları, aktörler arasındaki koordinasyonu zayıflatırken 5PL'in veri merkezli mimarisi bu yapısal engelleri aşarak ağın bütünsel davranışını tek ve uyumlu bir karar mantığı altında birleştirmektedir. Bu uyumlaştırıcı

yönetişim katmanı, tedarik ağındaki aktörlerin stratejik olarak da birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Böylece karar alma süreçlerinin farklı düzeylerde ve farklı zaman ufuklarında çalışan firmalar arasında yarattığı uyumsuzlukları azaltarak ağın ortak bir ritimle hareket edebilmesine imkân tanımaktadır. Bu anlayış, ağda yer alan kuruluşları sadece kendi operasyonlarını optimize etmeye odaklanmak yerine tüm ağ için en yüksek değeri üreten davranış biçimlerini benimsemeye yönlendirmektedir. Bu sayede hem bilgi asimetrileri azalarak belirsizlikler düşürülmekte hem de tedarik zinciri boyunca ortaya çıkan maliyetler daha dengeli bir şekilde dağıtılarak kuruluşların rekabet kapasitesi sistem düzeyinde artırılmaktadır.

3.3. 5PL Uygulamaları ve Sektörel Öncülerin Operasyon Pratikleri

Dijitalleşmenin ekonomik ve örgütsel sistemlerin işleyiş mantığını kökten dönüştürdüğü günümüz koşullarında lojistik faaliyetler de geleneksel sınırlarını hızla yitirmekte, fiziksel akışları düzenlemeye dayalı klasik operasyon anlayışı yerini çok katmanlı, veri yoğun ve eşzamanlı tepki üreten bir ağ davranışına bırakmaktadır. Tedarik zincirlerinin artık doğrusal ve bölümlenmiş hatlardan oluşmadığı, çok aktörlü etkileşimler ve sürekli değişen bilgi akışlarıyla şekillenen dinamik bir ekosistem niteliği kazandığı bu yeni düzende lojistik koordinasyonunun ölçeği de köklü biçimde yeniden tanımlanmaktadır. Bu dönüşümün yarattığı baskı altında 5PL, fiziksel kapasiteyi merkeze alan geleneksel lojistik kurguların ötesine geçerek tedarik ağlarının dijital sinir sistemini işleten, ağ davranışını bütüncül bir mantık altında dengeleyen ve stratejik karar süreçlerini veri merkezli bir düzen içinde yeniden kuran bir üst yönetişim biçimi olarak öne çıkmakta ve çok aktörlü yapıları tutarlı bir karar mimarisi altında birleştirme kapasitesi sayesinde giderek daha fazla kabul görmekte ve yaygınlaşmaktadır.

E-ticaret, 5PL iş modelinin ortaya çıkışında ve bugünkü biçimini kazanmasında en belirleyici etkiye sahip olan sektördür. Çünkü çevrim içi perakendecilikte sipariş yoğunluğu, iade döngülerinin dalgalanması ve küresel dağıtım ilişkilerinin sürekli değişen ritmi klasik lojistik kapasitenin taşıyamayacağı bir gerilim yaratarak hız, entegrasyon ve ölçeklenebilirlik üzerine kurulu bir koordinasyon mantığını zorunlu kılmaktadır. Ortaya çıkan bu yapısal baskı, 5PL'in veri merkezli koordinasyon anlayışını e-ticaret ekosisteminin doğal işleyişine dönüştürmekte ve modeli sektör açısından kaçınılmaz bir çözüm konumuna taşımaktadır. Nitekim Amazon'un robotik depolama sistemleri, AWS destekli tahmin algoritmaları ve tamamen dijitalleştirilmiş teslimat ağı tedarik, depolama, dağıtım ve iade süreçlerini tek bir sürekli öğrenen mimari altında bütünleştirerek geleneksel lojistik kapasitesini anlamsızlaştırırken Alibaba'nın Cainiao ağı ise çok sayıda taşıyıcıyı ve bölgesel hizmet sağlayıcısını tek bir platformda eşgüdümlü hale getirerek sınır ötesi ticaretin yapısal kırılganlıklarını veri güdümlü bir koordinasyon

kapasitesiyle aşmaktadır (Lee, 2025). Otomotiv sektörü ise tedarik zinciri karmaşıklığı ve sıfır hata toleransı nedeniyle 5PL modelinin operasyonel derinliğini daha sert biçimde sınayan bir alan olarak öne çıkmaktadır. Zira küresel üretim ağlarının tam zamanında üretim odaklı işleyişinde saniyeler düzeyindeki gecikmeler bile hat durmasına yol açabildiği için lojistik ağının görünürlüğü, esnekliği ve öngörülebilirliği hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle SNECI gibi 5PL sağlayıcıları tedarikçi performansını, üretim hattı beslemesini ve uluslararası dağıtımı kapsayan bütüncül bir yönetişim mimarisi kurarak ağın davranışını gerçek zamanlı analiz eden dijital platformlar geliştirmişlerdir (Lee, 2025). Bununla birlikte DHL, CEVA Logistics ve Kuehne+Nagel gibi küresel aktörlerin başta otomotiv olmak üzere çeşitli sektörlere yönelik 5PL-benzeri entegre çözümleri de çoklu hizmet sağlayıcıları tek bir karar çatısı altında birleştirerek operasyonel senkronizasyon sorunlarını minimize etmektedir (Inboundlogistics, 2025).

Lojistikteki dijitalleşme dalgasının hassasiyet, izlenebilirlik ve uyumluluk gereklilikleriyle birleşerek 5PL modeline farklı bir işlev yüklediği alanlardan bir diğeri ilaç ve gıda sektörüdür. İlaç ve gıda lojistiğinin sıcaklık, nem, raf ömrü ve düzenleyici zorunluluklarla tanımlanan kırılgan doğası, lojistik operasyonlarda dijital araçların kullanımını bir zorunluluk haline getirmektedir. Nitekim Snowman Logistics'in 5PL modelini Hindistan'da soğuk zincir operasyonlarına entegre etmesi, veri temelli kontrol mekanizmalarının bu sektörde neden kritik olduğunu gözler önüne sermektedir (FnBnews, 2022). IoT sensörleriyle izlenen sıcaklık verilerinin blokzincir tabanlı doğrulama yapılarıyla güvence altına alınması, dijital ikizlerle desteklenen rota optimizasyon süreçleri ve otomatik yeniden sipariş mekanizmaları, sağlık lojistiğinde hatayı değil belirsizliği dahi tolere etmeyen bir işleyişi olanaklı hale getirmektedir (Inboundlogistics, 2025).

Türkiye bağlamında 5PL henüz erken evrede olsa da sektörde beliren eğilimler orta vadede güçlü bir potansiyele işaret etmektedir. Batu Logistics gibi firmaların 5PL hizmetlerini resmen duyurması, Ekol ve Netlog gibi aktörlerin 4PL eksenli dijitalleşme yatırımları ve e-ticaretin Türkiye'deki hızlı yükselişi, ülkenin lojistik ağının dijitalleşmeye duyarlı bir yapı kazandığını göstermektedir. Buna karşın gerçek zamanlı veri entegrasyonu, IoT altyapısı, dijital kontrol kuleleri ve büyük veri analitiği gibi 5PL'in omurgasını oluşturan bileşenlerin henüz sektör geneline yayılmamış olması, dönüşümün hızını sınırlamaktadır. Yine de Türkiye'de artan talep yoğunluğu, hızlı teslimat modellerinin yaygınlaşması ve platform ekonomilerinin güçlenmesi, 5PL'in gelecekte lojistik yapının çekirdeğine yerleşeceğini işaret etmektedir.

3.4. 5PL Modeline Geçişte Karşılaşılan Zorluklar ve Yapısal Engeller

Dijitalleşmenin lojistik sektöründe ulaştığı evrimsel zirveyi temsil eden 5PL modeline geçiş, teknik bir yükseltme meselesinden çok daha fazlasıdır. Bu dönüşüm, lojistik hizmet sağlayıcılarının örgütsel tasarımlarını, karar mantıklarını ve iş modellerini bütünüyle yeniden kurmasını gerektirmektedir. Lojistik evriminin önceki aşamalarında görülen artımlı ilerlemelerin aksine, 5PL'e geçiş hem fiziksel hem de dijital alanın eşzamanlı kontrolünü gerektiren karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle süreç, yapısal engellerden davranışsal dirençlere, finansal belirsizliklerden stratejik uyumsuzluklara uzanan pek çok zorlukla karşı karşıyadır.

5PL modeline geçişte karşılaşılan temel yapısal sorun, 5PL'in dijital iş ekosistemi entegratörü olarak çalışmasından kaynaklanmaktadır (Hosie vd., 2012). Zira lojistik ağların zaten yüksek olan içsel karmaşıklığı, dijital dönüşüm sırasında daha da artmaktadır. Nitekim Cichosz ve arkadaşlarının (2020) belirttiği gibi, lojistikteki süreçsel çeşitlilik ve düzensizlik, birçok sektörde görülen dijitalleşme engellerinden çok daha keskin bir şekilde hissedilmekte ve lojistik hizmet sağlayıcıların dönüşüm kapasitesini sınırlandırmaktadır. Üstelik lojistiğin analog dünyaya fiziksel olarak bağlı olması (malların akışının hiçbir zaman tam anlamıyla sanallaştırılamaması) 5PL'in gerektirdiği üst düzey dijital koordinasyonla gerilimli bir ilişki yaratmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2014). Bununla birlikte büyük müşterilerin talepleri doğrultusunda süreçlerde yapılan özelleştirmeler bu tabloyu daha karmaşık hâle getirmektedir. Söz konusu müşteriler tarafından talep edilen istisnalar kısa vadede karşılanmış olsa dahi uzun vadede operasyonel olarak yönetilmesi güç sapmalara yol açabilir. Bununla birlikte çok aktörlü ekosistemlerde uyumlaşma teknik bir parametreden ziyade operasyonel işleyişin tamamını etkileyen bir husustur. Lojistik sektörünün medya veya telekom gibi alanlara göre daha yavaş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olmasına karşın teknoloji seçimlerinin geçici trendlerin ve abartılı beklenti döngülerinin etkisi altında şekillenmesi, 5PL geçişini temelden zayıflatan bir teknoloji yönetişimi açığına neden olmaktadır (Cichosz vd., 2020). Bu uyumsuzluk, dijital ekosistemi taşıyacak mimarinin daha kurulma aşamasında dengesizleşmesine neden olarak 5PL'in omurgasını oluşturan bütünleşik karar yapısını temelden zedelemektedir.

Teknik ve operasyonel düğümlerin yanı sıra insan faktörünün yarattığı bilişsel ve davranışsal engeller de 5PL modeline geçişte önemli zorluklara neden olmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2014). Zira 5PL'in gerektirdiği dijital olgunluk düzeyi, çalışanların alışkanlıklarından bağımsız düşünülemez. Lojistiğin yüksek tempolu ve yorucu yapısı nedeniyle zaten kronik bir problem olan nitelikli iş gücü eksikliği dijital dönüşüm sürecinde daha da belirgin hale gelmektedir. Özellikle mavi yakalı çalışanlarda karşılaşılan öğrenme paradoksu, eski yöntemleri bırakma ile yeni yöntemleri benimseme arasındaki gerilimi tırmandırabilir (Ashraf vd., 2025). Bununla

birlikte deneyime dayalı güvenin yeni sisteme karşı direnceye dönüştüğü yetkinlik tuzakları, lojistik hizmet sağlayıcı kuruluşların geçmiş başarılarını geleceğe taşımada başarısız olmasına yol açabilir (Cichosz vd., 2020). Ayrıca sendikal yapıya sahip köklü lojistik kuruluşlarında dijitalleşmeye karşı gösterilen direnç, insan faktörünün oluşturduğu zorlukları artırarak 5PL için gerekli olan esnek iş modellerinin önünü tıkayabilir (Ashraf vd., 2025).

Finansal ve kurumsal düzeyde konu daha da stratejik bir noktaya kaymaktadır. 5PL teknolojilerinin yarattığı verimliliğin çoğu zaman kademeli ortaya çıkması ve ölçümünün güç olması, yatırımın geri dönüşünü yöneticiler için belirsizleştirmektedir. Nitekim 5PL modeline geçişte en sert bariyerlerinin başında maliyet geri dönüşü sorunu gelmektedir (Hosie vd., 2012; Al-Ababneh vd., 2023). Bununla birlikte stratejik uyum eksikliği bu tabloyu daha da ağırlaştırmaktadır (Cichosz vd., 2020). Zira şirketler karmaşık hizmetleri kendi iş mantıklarıyla ilişkilendirmeden benimsedikleri için yapılan teknolojik yatırımlar istenen etkiyi üretmemektedir. Bu durum 3PL ve 4PL'de yaşanan kopuklukların 5PL'ye taşınmasına neden olmaktadır. Bu kırılganlığın bir de müşteri tarafı bulunmaktadır. 5PL'in sunduğu değerin ikna edici biçimde ortaya konamaması ve algılanan maliyet artışları, depolama ve taşımacılık odaklı geleneksel hizmetlerin dijitalleşmeye geçişini yavaşlatmaktadır (Hosie vd., 2012). Üstelik 5PL yapısı gereği dış kaynak kullanımını artırdığı için kontrol kaybı, hassas verilerin paylaşılması ve başarısızlık durumunda sistemden çıkmanın zorluğu gibi bağımlılık risklerinin de büyümesine neden olmaktadır (Nicoletti ve Appolloni, 2014).

Tüm bu engellerin ortak noktası, 5PL'in teknolojik bir yenilikten ziyade paradigmatik bir dönüşüm olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle çözüm, sadece yeni sistemler ve araçlar edinmekle mümkün olmamaktadır. Kuruluşların liderlik vizyonu, örgütsel esneklik ve çalışan katılımını aynı çatı altında toplayan güçlü bir kurumsal kültür inşa etmesi büyük bir elzemdir. Dijital teknolojilerin potansiyeli ancak bu kültürel ve yönetsel altyapı güçlendirildiğinde gerçek değerine ulaşabilir. Dolayısıyla 5PL'e geçiş, teknolojik bir kapasite yarışından çok sistemsel bir olgunluk sınavı olarak görülmelidir.

4. SONUÇ

Dijitalleşmenin ekonomik ve örgütsel yapıları temelden dönüştürdüğü, değer yaratma süreçlerinin ise bilgi akışları, algoritmik öngörü kapasitesi ve çok aktörlü koordinasyon üzerine kurulduğu günümüz koşullarında lojistik, fiziksel akışların mekanik düzenlemesine indirgenebilecek kadar dar bir alan olmaktan hızla uzaklaşmaktadır. Dijital dönüşüm, lojistiği veri mimarilerinin, gerçek zamanlı karar destek sistemlerinin ve ağ temelli işleyiş mantığının belirleyici olduğu bütünleşik bir stratejik çerçeveye taşımaktadır. Dolayısıyla lojistik faaliyetler belirsizliği yöneten, talep dalgalanmalarını öngören ve farklı paydaşların hedeflerini ortak bir

operasyonel ritimde birleşmeye zorlayan bir değer üretim ekosistemine doğru evrilmektedir. Bu yeni düzende geleneksel lojistik modellerin doğrusal süreçler, sınırlı görünürlük ve fiziksel kapasite tahsisi üzerine kurulu mantığı, dijitalleşmenin yarattığı hız, ölçek ve karmaşıklığı taşımakta yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda 5PL, dijitalleşmenin ortaya çıkardığı bu karmaşık değer üretim düzenine yanıt verebilen üst düzey bir lojistik entegrasyon modeli olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada 5PL lojistik ağlarda yürütülen faaliyetleri veri güdümlü bir yönetişim mantığı altında bütünleştiren ve ağın tamamına stratejik bir eşgüdüm kazandıran orkestrasyon olarak ele alınmıştır. Bu özellik 5PL'yi hizmet kapsamı genişletilmiş bir dış kaynak modeli olmaktan çıkararak çok aktörlü tedarik ağlarında kararları uyumlaştırabilen, bilgi asimetrilerini azaltabilen ve ağ davranışını ortak bir operasyonel ritim içinde yeniden kurabilen üst düzey bir koordinasyon sistemi niteliğine taşımaktadır. 5PL modelinde değer, tekil operasyonların verimliliğinden ziyade verinin bütünlüğünü koruyan, gerçek zamanlı görünürlük üreten ve bu görünürlükten türeyen öngörüyle ağın tamamında tutarlı tepki üretmeyi mümkün kılan bir karar mimarisinden elde edilmektedir. Bu nedenle 5PL'in ayırt edici yönü, teknolojileri yan yana getirmekten çok IoT temelli veri üretimini, bulut üzerinde ölçeklenebilir paylaşımı, yapay zekâ destekli tahmin ve optimizasyonu, blokzincir gibi güven altyapılarını ve dijital ikiz gibi simülasyon katmanlarını aynı yönetişim mantığına bağlayabilmesinden kaynaklanmaktadır. Keza orkestrasyonun sürdürülebilirliği de tam bu noktada belirginleşmektedir. Veri standartları, birlikte çalışabilirlik ilkeleri, performansın denetlenebilirliği ve paydaşlar arası güvenin kurumsallaştırılması sağlanmadığında 5PL modeli bütünleştirici bir mimari üretmek yerine parçalanmış dijital adacıkları çoğaltma riski taşımaktadır. Nitekim e-ticarette Amazon'un sürekli öğrenen lojistik mimarisi ile Alibaba Cainiao'nun çoklu taşıyıcıları eşgüdümleyen modeli, SNECI'nin gerçek zamanlı analiz temelli yönetişim anlayışı, 5PL'nin farklı sektörlerde benzer mantıkla ama farklı operasyonel önceliklerle hayat bulduğunu göstermektedir.

5PL'in vaat ettiği değer, ileri teknolojilerin aynı çatı altında toplanmasıyla açıklanabilecek kadar sığ değildir. Bu nedenle 5PL'ye geçiş bir teknoloji yatırımı olarak değil ağ davranışını yeniden kuran bir tasarım problemi olarak ele alınmalıdır. Zira 5PL'ye geçişin temel unsuru teknoloji yığını olmak değildir. Bu tasarımın omurgasını veri yönetişimini somut amaçlara bağlayan mimari kurgu, ağ ölçeğinde izlenebilirlik ve hesap verebilirlik üreten performans çerçevesi, sorumluluk dağılımını netleştiren sözleşmesel düzen ve bağımlılık ile kontrol kaybı risklerini sınırlayan süreklilik yaklaşımı oluşturmaktadır. IoT'nin sahadan veri üretmesi, blokzincirin veri bütünlüğünü güvence altına alması, bulutun ölçeklenebilirliği sağlaması, yapay zekânın tahmin ve optimizasyonda karar hızını artırması ve dijital ikizin senaryo

denemelerini mümkün kılması, ancak aynı yönetişim mantığı içinde birlikte çalışır hâle geldiğinde 5PL gerçekten işleyen bir mimariye dönüşebilir. Aksi durumda 5PL, teknik bir yükseltme hamlesine indirgenerek önceki lojistik modellerde yaşanan kopuklukları yeniden üretir ve yatırım stratejik değer yerine yalnızca dijital bir görünüm üretmeye başlar.

5PL yaklaşımıyla işleyen ağlarda öncelik tekil süreç iyileştirmelerinden çok ağın tamamında karar tutarlılığı üretecek veri yönetişiminin tasarlanmasına, platform tabanlı koordinasyonun işletme sınırlarını aşacak şekilde kurgulanmasına ve bağımlılık ile kontrol kaybı endişelerini azaltacak şeffaf sözleşme düzeneklerinin kurulmasına verilmelidir. Ancak bu önceliklerin hayata geçirilme biçimi piyasanın kurumsal kapasitesi, dijital altyapı olgunluğu, veri standartlarının yerleşiklik düzeyi ve aktörler arası güven mimarisi gibi bağlamsal koşullara göre farklılaşabilir. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'de 5PL'in yaygınlaşması tam platform orkestrasyonu'na ani bir sıçramadan ziyade kontrol kulesi yaklaşımı, gerçek zamanlı entegrasyon ve analitik yetkinlikler etrafında platformlaşmanın aşamalı biçimde olgunlaştırıldığı bir geçiş patikası üzerinden daha gerçekçi biçimde kurgulanabilir. Bu bağlamda gelecekte yapılacak araştırmaların odağı da bu geçişin nasıl tasarlanacağına ve nasıl ölçüleceğine doğru derinleştirilebilir. 5PL orkestrasyon kapasitesini ölçülebilir boyutlara ayıran olgunluk modelleri, platform ekonomilerinde değer paylaşımı ve güç asimetrilerinin yönetişim tasarımını nasıl biçimlendirdiği, dijital ikiz ve senaryo simülasyonlarının belirsizlik altında karar kalitesine etkisi, sürdürülebilirlik hedeflerinin 5PL karar mimarilerine hangi tasarım ilkeleriyle gömülebileceği gibi konularda yapılacak çalışmalar hem kuramsal çerçevenin netleşmesine hem de uygulamaya dönük yol haritalarının somutlaşmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Al-Ababneh, H. A., Dalbouh, M. A. A., Alrhaimi, S. A., Siam, I. M., & Ibragimkhalilova, T. (2023). Digitalization, innovation and marketing in logistics. *Acta Logistica, 10*(4), 615-624. https://doi.org/10.22306/al.v10i4.440

Ashraf, M. H., Triki, A., & Yalcin, M. G. (2025). Logistics digitalization and the third-party logistics blue-collar employees performance: the role of paradoxical leader behavior. *The International Journal of Logistics Management*, *36*(3), 987-1013. https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2024-0194

Cichosz, M., Wallenburg, C. M., & Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, *31*(2), 209-238. https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229

FnBnews. (2022). Snowman Logistics becomes first cold chain logistics company to offer 5PL services. 25.11.2025 tarihinde https://www.fnbnews.com/Top-News/snowman-logistics-becomes-first-cold-chain-logistics-company-to-offer-5pl-services-70457 adresinden alındı

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Tseng, M. L., Nikbin, D., & Khanfar, A. A. (2025). Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: a comprehensive review and a strategic roadmap. *Production Planning & Control*, 36(1), 61-91. https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2252376

Han, Y. (2025). Navigating supply chain resilience in the knowledge economy: insights from digital technologies and organizational information processing. *Journal of the Knowledge Economy*, *16*(2), 9898-9931. https://doi.org/10.1007/s13132-024-02289-x

Herold, D. M., Ćwiklicki, M., Pilch, K., & Mikl, J. (2021). The emergence and adoption of digitalization in the logistics and supply chain industry: an institutional perspective. *Journal of Enterprise Information Management*, *34*(6), 1917-1938. https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2020-0382

Hosie, P., Sundarakani, B., Tan, A. W. K., & Koźlak, A. (2012). Determinants of fifth party logistics (5PL): Service providers for supply chain management. *International Journal of Logistics Systems and Management*, *13*(3), 287-316. https://doi.org/10.1504/IJLSM.2012.049700

Inboundlogistics. (2025). 5PL: Understanding It, History, and Key Functions. 25.11.2025 tarihinde https://www.inboundlogistics.com/articles/5pl-understanding-it-history-and-key-functions/ adresinden alındı

Ivaschenko, A. (2014). Multi-agent solution for business processes management of 5PL transportation provider. 6th International Conference, S-BPM ONE 2014, Eichstätt, Germany, April 22-23, 2014, Proceedings Springer Intern. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06065-1_7

Ivaschenko, A., Sitnikov, P., Andreev, M., & Surnin, O. (2017). Open services provider for supply chains. In *2017 20th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)* (pp. 98-104). IEEE. https://doi.org/10.23919/FRUCT.2017.8071298

Lakhwani, T. S. (2025). Integrating 5PL frameworks with drone-based last-mile telivery: A model for future-ready logistics. *Transportation Development Research*, *3*(1), 27-45. https://doi.org/10.55121/tdr.v3i1.449

Lee, R. (2025). Top 5PL-Companies: Overview of Global Industry Leaders. shipstage.com: https://shipstage.com/en/blog/top-5pl-companies-overview-of-global-industry-leader adresinden alındı

Li, P., Chen, Y., & Guo, X. (2025). Digital transformation and supply chain resilience. *International Review of Economics & Finance*, *99*, 104033. https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104033

Moldabekova, A., Philipp, R., Satybaldin, A. A., & Prause, G. (2021). Technological readiness and innovation as drivers for logistics 4.0. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *8*(1), 145-156. https://doi:10.13106/jafeb.2021.vol8.no1.145

Nicoletti, B., & Appolloni, A. (2025). Digital transformation in ecosystems: integrated operations model and its application to fifth-party logistics operators. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, *18*(1), 91-122. https://doi.org/10.1108/JGOSS-04-2023-0024

Nitsche, B., & Straube, F. (2023). Current state and future of international logistics networks—the role of digitalization and sustainability in a globalized world. *Logistics*, *7*(4), 83. https://doi.org/10.3390/logistics7040083

Singh, S., Madaan, G., Mittal, A., Singh, A., & Shah, M. A. (2025). Blockchain technology adoption as a mediator in food supply chain digitalization and the implementation of circular economy practices. *Benchmarking: An International Journal*, 1-24. ahead-of-print No. https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2024-0771

Tkach, V., Bilousova, S., Hazuda, S., Sydorenko, H., & Ruzhytskyi, Y. (2025). The role of digitalization in the strategic development of marketing and logistics activities of enterprises. *Pacific Business Review (International), 17*(9), 126-139. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/73494

Tseng, M. L., Bui, T. D., Lim, M. K., & Lewi, S. (2021). A cause and effect model for digital sustainable supply chain competitiveness under uncertainties: enhancing digital platform. *Sustainability*, *13*(18), 10150. https://doi.org/10.3390/su131810150

Yu, Y., Xu, L., & Wen, X. (2025). The impact of digital transformation on supply chain resilience in manufacturing: The mediating role of supply chain integration. *Sustainability*, *17*(9), 3873. https://doi.org/10.3390/su17093873

Zhao, N., Hong, J., & Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, *259*, 108817. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108817

ANALYSIS OF THE FISHER AND NEO-FISHER EFFECTS IN TÜRKİYE

Assist Prof. Dr. Hüseyin GÜVENOĞLU
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5220-3657
Prof. Dr. Özcan KARAHAN
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences Department of Economics, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-1179-2125

ABSTRACT

The causal relationship between interest rates and inflation is highly debated in the literature. The Fisher approach argues that inflation expectations determine the nominal interest rate, whereas the Neo-Fisher approach contends that the level of the interest rate is a key determinant of inflation. This study aims to analyze the direction of the relationship between interest rates and inflation in Türkiye. In doing so, it seeks to contribute to the ongoing literature by offering evidence based on the Turkish experience regarding the interaction between inflation and interest rates. Using quarterly data for the period 2003–2024, the relationship between interest rates and inflation is examined through ARDL analysis. Thus, within the framework of the ARDL model, the validity of both the Fisher and Neo-Fisher hypotheses has been evaluated. The ARDL bounds test results indicate the existence of a long-run relationship between interest rates and inflation. The long-run coefficients and error-correction dynamics generally reveal that the classical Fisher effect is more dominant in Türkiye. The limited long-run evidence for the Neo-Fisher effect suggests that the level of the interest rate does not exert a persistent influence on inflation in Türkiye. This empirical finding indicates that nominal interest rates cannot be sustainably lowered without achieving a permanent decline in inflation. Therefore, monetary policy should shift its focus from the interest rate level to inflation dynamics and expectations management.

Keywords: Fisher Effect, Neo-Fisher Effect, ARDL, Türkiye

1. INTRODUCTION

The relationship between interest rates and inflation has long been one of the most widely debated topics in economic literature. Understanding this relationship is crucial for the effective design of monetary policy. The perspectives put forward by the Fisher and Neo-Fisher approaches form the theoretical foundation of contemporary debates on the dynamics between interest rates and inflation. Fisher (1930) argued that nominal interest rates are the sum of the real interest rate and expected inflation, making inflation the key determinant of nominal

interest rates in the long run. In contrast, the Neo-Fisher approach proposes a reverse causality, suggesting that nominal interest rates determine the direction of inflation over the long term.

Fisher (1930) proposed a strong causal relationship running from inflation to interest rates, a mechanism widely referred to in the literature as the Fisher Effect. According to this framework, the nominal interest rate equals the sum of the real interest rate and expected inflation. The Fisher Effect thus provides a theoretical explanation for the direction of causality between inflation and nominal interest rates. Since the real interest rate is determined by structural factors such as the equilibrium between savings and investment and the pace of technological progress it is generally assumed to be constant in the long run. Under this assumption, variations in nominal interest rates primarily reflect changes in inflation expectations. When inflation is expected to rise, economic agents demand higher nominal interest rates to preserve real returns, while lenders in high-inflation environments require additional compensation for anticipated losses in purchasing power. Consequently, the Fisher framework implies a dominant long-run causal relationship from inflation to interest rates.

The Neo-Fisher approach presents a fundamentally opposite interpretation of the relationship between interest rates and inflation compared to the traditional Fisher framework. It argues that a permanent increase in the nominal interest rate leads to higher inflation in the long run, implying a strong causal relationship running from interest rates to inflation. Under the assumption that the real interest rate remains constant, a sustained rise in the nominal interest rate results in higher expected inflation. Within the Neo-Fisher framework, the nominal interest rate is treated as a policy instrument determined by the central bank. Accordingly, by setting the long-term nominal interest rate, the central bank can indirectly shape long-run inflation expectations. A persistently low interest rate policy is therefore associated with low inflation in the long run, whereas a high interest rate policy is expected to generate higher inflation over time. In this context, the central bank's policy rate functions as a nominal anchor that governs the long-run inflation path (Cochrane, 2016, pp. 6–7).

The Fisher and Neo-Fisher approaches offer fundamentally different interpretations of the relationship between interest rates and inflation. While the Fisher framework holds that inflation expectations drive nominal interest rates, the Neo-Fisher approach views the nominal interest rate as a policy instrument that determines long-run inflation. The central distinction between these two perspectives lies in the direction of causality and in which variable governs the formation of expectations. Within the Fisher framework, the nominal interest rate is largely a passive variable that adjusts in response to inflation expectations. By contrast, the Neo-Fisher approach assigns an active role to the nominal interest rate, treating it as a policy variable set

by the central bank that shapes the long-run inflation path. This fundamental divergence leads the two approaches to markedly different conclusions regarding the long-term effects of monetary policy and places them at the core of theoretical debates over the degree of central banks' control over inflation.

The Turkish economy has experienced various inflation regimes since 2003. In this context, a range of interest rate policies has been implemented to address inflation. Consequently, Türkiye serves as an ideal case study for examining the relationship between interest rates and inflation within the frameworks of the Fisher and Neo-Fisher hypotheses. However, the literature focusing on the Turkish economy in this area remains relatively underdeveloped. This is primarily because many existing studies do not provide a comprehensive framework that simultaneously examines both the classical Fisher effect and the Neo-Fisher effect. Most research has tested the impact of inflation on interest rates within the Fisher framework, while only a limited number have analyzed the effect of interest rates on inflation within the Neo-Fisher framework. Given the structural transformations the Turkish economy has undergone over the past two decades, it is insufficient to explain the relationship between interest rates and inflation using a single hypothesis.

Building on insights from the existing literature, this study examines the direction of the relationship between interest rates and inflation in Türkiye by jointly considering the Fisher and Neo-Fisher approaches. Within this unified framework, the validity of both effects is empirically assessed using quarterly data for the period 2003–2024 and the ARDL methodology. The remainder of the paper is organized as follows. The next section presents a detailed review of the literature on the Fisher and Neo-Fisher approaches, with a particular focus on empirical studies related to the Turkish economy. The subsequent section describes the econometric methodology and reports the empirical findings. The final section concludes by evaluating the main results and discussing their implications for monetary policy.

2. LITERATURE

Empirical studies on the relationship between interest rates and inflation in Türkiye primarily examine the validity of the Fisher effect. In this context, research conducted by Köksel and Destek (2015), Tunalı and Erönal (2016), Oğul (2022), Bilgin (2022), and Koru and Gökçe (2024) demonstrates that inflation determines interest rates in the long run, with the Fisher coefficient being positive and statistically significant.

Köksel and Destek (2015) examined the validity of the Fisher effect in the Turkish economy using monthly data from 2002 to 2014. Their study analyzed the long-run relationship between nominal interest rates and inflation within the framework of a cointegration test that accounts

for structural breaks. The findings indicate the existence of a long-run cointegration relationship between the variables and demonstrate causality running from inflation to nominal interest rates. Furthermore, the results of the vector error correction model confirm that the classical Fisher effect holds in the long run in Türkiye.

Tunalı and Erönal (2016) tested the Fisher hypothesis in the Turkish economy using monthly data from 2003 to 2014. They applied the Gregory–Hansen cointegration test, which accounts for structural breaks. The results indicate the existence of a long-run equilibrium relationship between inflation and nominal deposit interest rates; however, this relationship does not hold in the short run. Accordingly, the study demonstrates that inflationary pressures play a significant role in determining interest rates in the long run.

Oğul (2022) examined the validity of the Fisher effect in Türkiye using monthly data covering the period from 1987 to 2020. The study employed the ARDL bounds testing approach to estimate both short-run and long-run relationships between inflation and interest rates. Through this methodology, short-run dynamics and long-run equilibrium effects were analyzed separately. The empirical results indicate that the short-run impact of inflation on interest rates is statistically insignificant, suggesting limited immediate adjustment. In contrast, the long-run coefficient of inflation is found to be positive and statistically significant. These findings support the validity of the Fisher hypothesis for the Turkish economy and provide clear evidence that, over time, nominal interest rates adjust to inflation expectations in the long run.

Bilgin (2022) analyzed the relationship between interest rates and inflation in Türkiye using monthly data from 1981 to 2020. The study employed a nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) model. The long-run results reveal a positive and statistically significant relationship between inflation and nominal interest rates. Accordingly, the study argues that a sustainably low interest rate environment is achievable only under conditions of persistent price stability.

Koru and Gökçe (2024) examined the Fisher effect in Türkiye using monthly data from 2010 to 2024. They analyzed the long-run relationship between the variables with the VAR-based Johansen cointegration test and estimated short-run dynamic relationships using a vector error correction model. The results indicate a strong Fisher effect in the Turkish economy during the study period.

Although fewer in number, there are also studies that investigate the Neo-Fisher effect in Türkiye. In this context, research by Tayyar (2019), Yapraklı (2022), and Şeker and Demirel (2022) indicates that increases in interest rates generally have a noticeable impact on long-run inflation in the Turkish economy.

Tayyar (2019) examined the relationship between nominal interest rates and inflation in the Turkish economy from 2002 to 2014. The study employed the Toda–Yamamoto causality test to analyze the interactions between these variables. The results indicate a unidirectional causality running from nominal interest rates to the Consumer Price Index (CPI). According to the study, this finding suggests the presence of the Neo-Fisher effect in Türkiye during the examined period. However, the author emphasizes that for interest rates to effectively control inflation, fiscal and political stability, reduced external dependence, and the establishment of central bank credibility are essential.

Yapraklı (2022) tested the Neo-Fisher hypothesis for Türkiye using monthly data from 2006 to 2021. The study employed econometric methods, including the Johansen cointegration test, dynamic OLS regression estimation, and VEC-based causality analysis. The findings do not provide strong evidence that increases in nominal interest rates systematically raise inflation in the long run. Accordingly, the results present unfavorable evidence regarding the Neo-Fisher effect. Instead, the study suggests that as inflation rises in Türkiye, savers demand higher interest rates to protect their real returns.

Şeker and Demirel (2022) investigated the relationship between price stability and interest rate policies in Türkiye within the Neo-Fisher framework, using data from 2002 to 2017. The analysis first applied conventional and structural break unit root tests, followed by the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach to examine the long-run relationship between the variables. The findings indicate that persistently high nominal interest rates increase inflation expectations, providing weak evidence supporting the Neo-Fisher effect. There are only a limited number of studies that simultaneously examine the Fisher and Neo-Fisher effects in the context of the Turkish economy. Among these, only the study by Olgun (2022) analyzes the relationship between inflation and interest rates within a bidirectional causality framework.

Olgun (2022) analyzed the relationship between inflation and interest rates in the Turkish economy using monthly data covering the period from 2012 to 2021. The study employed a time-varying Granger causality framework that accounts for structural breaks in order to capture changes in the interaction between these variables over time. The empirical findings reveal the presence of bidirectional causality, providing evidence in support of both the Fisher and Neo-Fisher effects in Türkiye during the sample period. Notably, the Neo-Fisher effect appears to become more pronounced after 2018, suggesting that nominal interest rates may exert a stronger influence on inflation dynamics in certain sub-periods. This result implies that in a developing economy such as Türkiye, interest rates not only adjust in response to inflation but may also

shape long-run inflation dynamics under specific conditions. Consequently, monetary policy design should not rely exclusively on interest rate adjustments, but should also take into account broader macroeconomic conditions and the role of central bank credibility.

The empirical literature on the relationship between interest rates and inflation in Türkiye largely indicates that the Fisher effect is more strongly and consistently supported in the long run. Most studies report a positive and statistically significant Fisher coefficient, with causality predominantly running from inflation to interest rates, suggesting that nominal interest rates adjust to inflation expectations over time. In contrast, empirical support for the Neo-Fisher framework—which argues that sustained increases in nominal interest rates lead to higher inflation in the long run—remains limited and comparatively weak. Overall, these findings imply that the Neo-Fisher mechanism does not operate in a stable or systematic manner in economies such as Türkiye, where inflation persistence and variations in expectation formation and monetary policy credibility are pronounced.

Another noteworthy observation in the literature is that only a very limited number of studies have examined the Fisher and Neo-Fisher effects jointly within a single analytical framework. In particular, empirical evidence for the Turkish economy that systematically tests both effects within a unified model over a long and recent sample period remains scarce. Most existing studies tend to focus on one hypothesis in isolation, thereby providing only a partial view of the interest rate–inflation relationship. This gap in the literature highlights the need for empirical analyses that comprehensively reassess the interaction between interest rates and inflation in Türkiye by explicitly accounting for competing theoretical perspectives. Motivated by this gap, the present study simultaneously investigates the Fisher and Neo-Fisher effects for Türkiye using a recent and extended sample covering the period 2003–2024.

3. DATA SET, ECONOMETRIC METHOD, AND EMPIRICAL RESULTS

In this section, the relationship between interest rates and inflation in the Turkish economy is empirically analyzed within the frameworks of the Fisher and Neo-Fisher hypotheses. For this purpose, a quarterly dataset covering the period from 2003: Q1 to 2024: Q4 for the Turkish economy is employed. The nominal interest rate variable used is the interest rate applied to deposits denominated in Turkish lira, denoted as lir. The inflation indicator selected is the Consumer Price Index (CPI, 2003 = 100), included in the model under the symbol linf. Data for both variables are obtained from the Electronic Data Delivery System of the Central Bank of the Republic of Türkiye (CBRT). In addition, a dummy variable representing the COVID-19 pandemic period is included in the model to control for the extraordinary effects of the pandemic on economic indicators. In the empirical analyses, the natural logarithms of the series

are used to linearize the relationships between variables and to allow the estimated coefficients to be interpreted as elasticities. Furthermore, the inflation series is seasonally adjusted using the STL decomposition method.

Table 1. Definitions of variables

Variables	Symbol	Description	Source
Interest rate	lir	Interest rate applied to deposits denominated in Turkish lira	CBRT
Inflation	linf	Consumer Price Index (CPI-2003=100)	CBRT
COVID-19 pandemic	pandemic	Dummy variable	

In this study, two distinct models are developed to empirically examine the relationship between interest rates and inflation within the frameworks of the Fisher and Neo-Fisher hypotheses. The first model, consistent with the Fisher hypothesis, treats the nominal interest rate as the dependent variable and analyzes the effect of inflation on interest rates. The second model, aligned with the Neo-Fisher approach, defines inflation as the dependent variable and investigates the impact of nominal interest rates on inflation.

Table 2. Analyzed models

Model 1 (Fisher)	$lir_t = \beta_0 + \beta_1 lir_t + \beta_2 linf_t + \text{pandemic} + u_t$
Model 2 (Neo-Fisher)	$linf_t = \beta_0 + \beta_1 linf_t + \beta_2 lir_t + \text{pandemic} + \varepsilon_t$

Within the scope of the study, a multi-stage econometric methodology is employed to conduct the empirical analysis based on the Fisher and Neo-Fisher frameworks. First, the stationarity properties of the time series are examined using the Augmented Dickey–Fuller (ADF) test developed by Dickey and Fuller (1979, 1981) and the Phillips–Perron (PP) test developed by Phillips (1987) and Phillips and Perron (1988). Additionally, to account for the effects of regime changes and structural breaks frequently observed in the Turkish economy, a unit root test incorporating structural breaks is applied. Specifically, the single structural break unit root test developed by Zivot and Andrews (1992) is employed.

To examine the long-run relationship between the variables, the ARDL approach developed by Pesaran, Shin, and Smith (2001) is employed. Within this framework, the bounds testing procedure is initially applied to determine the existence of a long-run relationship among the variables. Two models are empirically analyzed: Model 1, where the interest rate is specified as the dependent variable following the Fisher approach, and Model 2, where inflation is specified as the dependent variable in accordance with the Neo-Fisher approach.

After confirming the existence of a long-run relationship, the estimated long-run coefficients derived from the model are analyzed. The ARDL approach enables the examination of both

long-run equilibrium relationships and short-run adjustment dynamics among the variables included in the Fisher and Neo-Fisher models within a single framework. This facilitates a comparative evaluation of the two theoretical approaches.

Finally, analyses are conducted within the framework of the Error Correction Model (ECM) to reveal the short-run dynamics between the variables and how deviations from the long-run equilibrium relationship are corrected over time. This approach allows for the examination of the speed and direction at which short-run disequilibria converge back to long-run equilibrium, assuming the existence of a long-run cointegration relationship. In this context, the coefficient of the error correction term indicates the speed of adjustment of short-run deviations toward long-run equilibrium, and a statistically significant, negative coefficient implies that the system converges to equilibrium in the long run.

Moreover, the short-run coefficients estimated in the error correction model are used to analyze the direction and magnitude of short-run interactions between interest rates and inflation, thereby assessing the short-run validity of the Fisher and Neo-Fisher hypotheses. This approach identifies the dynamic channels through which long-run equilibrium relationships operate in the short run, as well as the temporal characteristics of responses to policy shocks.

The stationarity test results are presented in Table 3. The findings indicate that the nominal interest rate (lir) and inflation (linf) series are non-stationary in their level forms under both the intercept-only and the intercept-and-trend specifications. In contrast, when the first differences of both series are taken (Δlir and Δlinf), the test statistics exceed the critical values at the 1% significance level, indicating that the series become stationary. These results demonstrate that both the interest rate and inflation series are integrated of order one, I(1).

Table 3. Results of the stationarity test

	Augmented Dickey–Fuller (ADF)		**Phillips ve Perron (PP)**	
Variables	**Intercept**	**Trend and Intercept**	**Intercept**	**Trend and Intercept**
lir	-2.0813 (1)	-2.1606 (1)	-1.6364 (4)	-1.5628 (3)
Δlir	-5.0405* (0)	-6.4025* (3)	-5.0630* (1)	-5.5321* (1)
linf	3.5565 (1)	1.8629 (1)	6.1094 (3)	3.5426 (2)
Δlinf	-3.9473* (0)	-5.1108* (0)	-3.7263* (3)	-5.0939* (2)

Note: An asterisk (*) indicates statistical significance at the 1% level. Numbers in parentheses denote the lag lengths.

The results of the Zivot–Andrews unit root test with structural breaks are presented in Table 4. When structural breaks are considered, significant breakpoints are identified in 2009:Q1 for the lir series and in 2020:Q2 for the linf series. However, the test statistics for the levels remain, in absolute value, below the critical values at the 5% significance level, indicating that the series

are not stationary in levels. When the first differences of the series are taken, both the interest rate and inflation series become stationary under the structural break model (Model C). Thus, although interest rate and inflation dynamics are influenced by structural breaks, the order of integration of the series remains unchanged. The findings from the ADF, PP, and Zivot–Andrews tests consistently confirm that the series are integrated of order one, I(1).

Table 4. Structural break unit root test results (Zivot–Andrews test)

Variables	Break Periods	Test Statistics	5% Critical Values	Models
lir	2009:Q1	-2.46	-5.08	C
Δlir	2019:Q3	-7.52	-5.08	C
linf	2020:Q2	-4.51	-5.08	C
Δlinf	2021:Q2	-7.26	-5.08	C

Note: When the first differences of the series are taken, the series become stationary under Model C, which allows for structural breaks in both the intercept and the trend.

Within the scope of Model 1, the existence of a long-run relationship between nominal interest rates and inflation is first examined using the ARDL bounds testing approach within the framework of the Fisher hypothesis. According to the bounds test results reported in Table 5, the calculated F-statistic value (12.13) exceeds the upper bound critical values at the 1%, 5%, and 10% significance levels. This finding clearly indicates the presence of a long-run cointegration relationship between nominal interest rates and inflation. Therefore, the long-run equilibrium condition required to test the Fisher hypothesis is satisfied.

The results of the long-run coefficient estimates are presented in Table 6. The coefficient of the inflation variable (linf) is positive (0.600) and statistically significant at the 5% level. This finding indicates that increases in inflation raise nominal interest rates in the long run, confirming the validity of the Fisher effect in the Turkish economy. However, since the coefficient is less than one, the Fisher effect appears to operate partially rather than fully. The coefficient of the dummy variable representing the COVID-19 pandemic is statistically insignificant, suggesting that the pandemic did not structurally disrupt the long-run relationship between interest rates and inflation.

The diagnostic test results confirm that the model is econometrically sound. The Jarque–Bera test indicates that the error terms are normally distributed; the Breusch–Godfrey test shows no evidence of autocorrelation; and the Breusch–Pagan–Godfrey test reveals no heteroskedasticity issues. Additionally, the Ramsey RESET test suggests no statistically significant evidence of functional form misspecification. Furthermore, the CUSUM and CUSUMQ tests presented in Figure 1 indicate that the model coefficients and the variance of the error term remain stable over the sample period at the 5% significance level.

The estimation results for the short-run dynamics are presented in Table 7. All lagged differences of the nominal interest rate are positive and statistically significant, indicating strong inertia and a delayed adjustment mechanism in interest rates in the short run. The coefficient of the error correction term (ECT(-1)) is -0.81 and statistically significant at the 1% level, suggesting that approximately 81% of the disequilibrium is corrected within one period. The negative sign and relatively large absolute value of the error correction coefficient further confirm the strength of the long-run relationship.

Overall, the results of Model 1 demonstrate that inflation determines nominal interest rates in the long run within the Turkish economy and provide empirical support for the Fisher hypothesis. However, the magnitude of the coefficient suggests that the Fisher effect operates partially rather than fully.

Table 5. Bounds test results for the ARDL (4,0,0) model

k	**F-statistic Value**	**Critical Table Values**		
2	12.13	**Significance Levels**	**Lower Bound**	**Upper Bound**
		%1	3.88	5.3
		%5	2.72	3.83
		%10	2.17	3.19

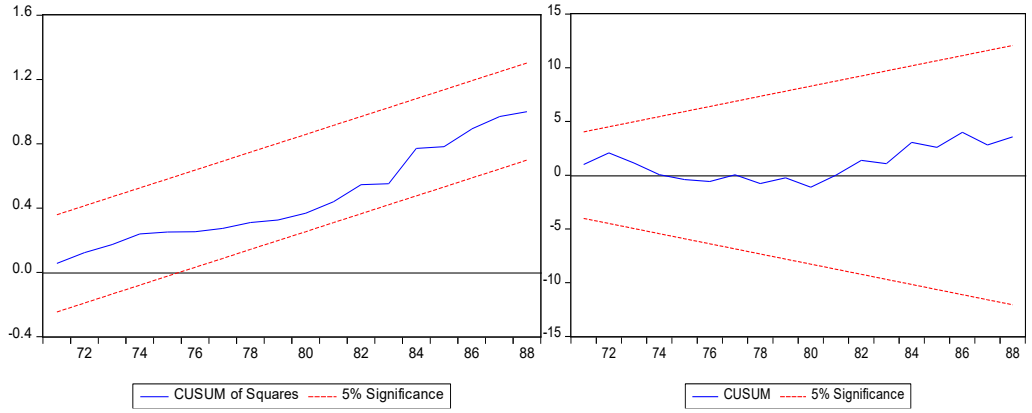
Table 6. Long-run estimation results for the ARDL (4,0,0) model

Variables	**Coefficient**	**Standard Error**	**t-statistics**	**P-value**
linf	0.6003	0.2730	2.1987	0.0309
pandemic	0.0059	0.0240	0.2490	0.8039
Diagnostic Test Results		**Statistics**		
R^2		0.36		
Adjusted R^2		0.32		
Jarque-Bera Test (X^2_{JB})		2.8787 (prob=0.2370)		
Breusch Godfrey Test (X^2_{BG})		0.0210 (prob=0.9792)		
Breusch-Pagan-Godfrey Test (X^2_{BPG})		0.8563 (prob=0.5310)		
Ramsey Reset Test (X^2_{Ramsey})		2.4588 (prob=0.1210)		

Table 7. Short-term estimation results for the ARDL (4,0,0) model

Variables	**Coefficient**	**Standard Error**	**t-statistics**	**P-value**
d(lir(-1))	0.2556	0.1210	2.1120	0.0379
d(lir(-2))	0.3038	0.1153	2.6352	0.0102
d(lir(-3))	0.2844	0.1079	2.6360	0.0101
ECT(-1)*	-0.8129	0.1330	-6.1115	0.0000

Figure 1. CUSUM and CUSUMQ test results



Within the scope of Model 2, the long-run effect of nominal interest rates on inflation is examined using the ARDL framework, consistent with the Neo-Fisher approach. According to the ARDL bounds test results reported in Table 8, the calculated F-statistic value (4.07) exceeds the upper bound critical values at the 5% and 10% significance levels but remains below the upper bound at the 1% significance level. This finding indicates limited and weak evidence of a long-run cointegration relationship between nominal interest rates and inflation.

The results of the long-run coefficient estimates are presented in Table 9. The coefficient of the nominal interest rate (lir) is positive (0.21) but statistically insignificant. This finding does not support the Neo-Fisher hypothesis, which predicts that increases in nominal interest rates systematically and significantly raise inflation in the long run. The dummy variable representing the COVID-19 pandemic is statistically significant at the 10% level, indicating that the pandemic had an exceptional effect on inflation dynamics.

Regarding the diagnostic test results, the Jarque–Bera test indicates that the error terms are not normally distributed; the Breusch–Godfrey test reveals the presence of autocorrelation, and the Ramsey RESET test suggests model misspecification. In contrast, the Breusch–Pagan–Godfrey test indicates no heteroskedasticity problem in the model. Additionally, the CUSUM and CUSUMQ tests shown in Figure 2 demonstrate that the model coefficients and the variance of the error term remain stable over the sample period at the 5% significance level.

The short-run estimation results are presented in Table 10. According to these results, all lagged differences of inflation are negative and statistically significant. Most of the short-run coefficients related to the nominal interest rate are statistically insignificant. The COVID-19 pandemic dummy variable indicates that the restrictive measures implemented during the pandemic suppressed inflation in the short run.

The coefficient of the error correction term (ECT(-1)) is -0.11 and is statistically significant at the 1% level, indicating that approximately 11% of short-run disequilibria are corrected within one period. The relatively low adjustment speed confirms that the long-run equilibrium in the Neo-Fisher model is weak and operates through a slow adjustment mechanism.

Overall, the results of Model 2 do not provide strong empirical support for the Neo-Fisher hypothesis, which posits that nominal interest rates are a key determinant of long-run inflation in the Turkish economy. When considered collectively, the insignificance of the long-run coefficients, weak cointegration evidence, low error correction speed, and issues identified in the diagnostic tests lead to the conclusion that the Neo-Fisher mechanism has a limited and fragile structure within the context of the Turkish economy.

Table 8. Bounds test results for the ARDL (4,4,1) model

k	**F-statistic Value**	**Critical Table Values**		
2	4.07	**Significance Levels**	**Lower Bound**	**Upper Bound**
		%1	3.88	5.3
		%5	2.72	3.83
		%10	2.17	3.19

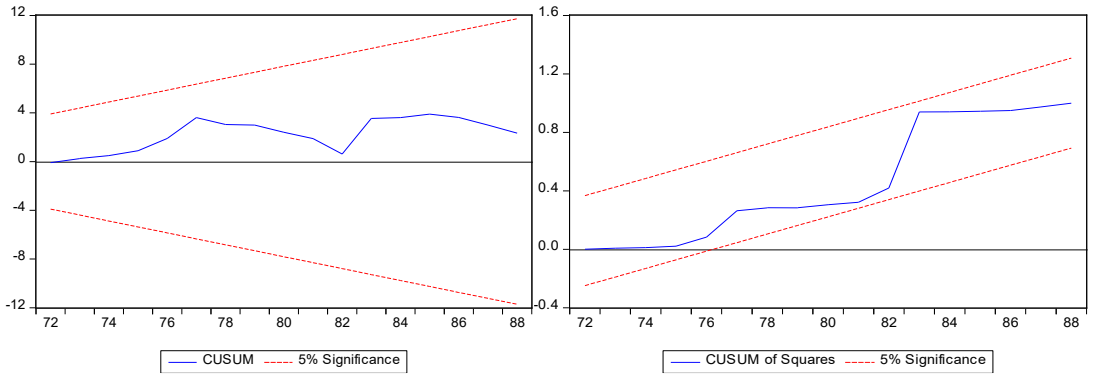
Table 9. Long-run estimation results for the ARDL (4,4,1) model

Variables	**Coefficient**	**Standard Error**	**t-statistics**	**P-value**
lir	0.2132	0.301305	0.707812	0.4813
pandemic	0.1260	0.069822	1.805072	0.0752
Diagnostic Test Results		**Statistics**		
R^2		0.70		
Adjusted R^2		0.66		
Jarque-Bera Test (X^2_{JB})		252.3812 (prob=0.0000)		
Breusch Godfrey Test (X^2_{BG})		4.040978 (prob=0.0218)		
Breusch-Pagan-Godfrey Test (X^2_{BPG})		0.994323 (prob=0.4601)		
Ramsey Reset Test (X^2_{Ramsey})		4.153181 (prob=0.0453)		

Table 10. Short-term estimation results for the ARDL (4,4,1) model

Variables	**Coefficient**	**Standard Error**	**t-statistics**	**P-value**
d(linf(-1))	-0.4224	0.0879	-4.8006	0.0000
d(linf(-2))	-0.2180	0.0926	-2.3548	0.0213
d(linf(-3))	-0.2854	0.0879	-3.2451	0.0018
d(lir)	0.0263	0.0205	1.2834	0.2034
d(lir(-1))	-0.0080	0.0219	-0.3666	0.7149
d(lir(-2))	-0.0324	0.0219	-1.4770	0.1440
d(lir(-3))	-0.0581	0.0209	-2.7697	0.0071
d(pandemic)	-0.0371	0.0079	-4.6652	0.0000
ECT(-1)*	-0.1127	0.0317	-3.5453	0.0007

Figure 2. CUSUM and CUSUMQ test results



Overall, when the empirical findings from the estimations of Model 1 and Model 2 are evaluated jointly, they indicate that the relationship between interest rates and inflation in the Turkish economy predominantly aligns with the predictions of the Fisher hypothesis. In Model 1, which represents the Fisher framework, a strong long-run cointegration relationship is clearly identified. Moreover, the positive and statistically significant inflation coefficient, along with a rapid and stable error correction mechanism, suggests that inflation determines nominal interest rates in the long run. In contrast, Model 2, which represents the Neo-Fisher approach, shows a weak long-run relationship, a statistically insignificant interest rate coefficient, a low speed of adjustment, and diagnostic test results that do not strongly support the hypothesis that nominal interest rates are a key determinant of long-run inflation.

4. CONCLUSION AND POLICY RECOMMENDATIONS

This study examines the relationship between interest rates and inflation in the Turkish economy within the frameworks of the Fisher and Neo-Fisher approaches using two ARDL models estimated with quarterly data for the period 2003–2024. The first model analyzes the effect of inflation on nominal interest rates in line with the Fisher approach, while the second evaluates the impact of nominal interest rates on inflation within the Neo-Fisher framework.

The results indicate the existence of a long-run relationship between inflation and nominal interest rates in Türkiye, although its direction and strength vary across the two approaches. The findings strongly support the Fisher hypothesis, as inflation has a positive and statistically significant long-run effect on nominal interest rates, accompanied by stable cointegration and rapid adjustment. In contrast, the Neo-Fisher hypothesis receives weak empirical support, with an insignificant long-run coefficient and slow error correction, suggesting that nominal interest rates are not a key determinant of long-run inflation in Türkiye.

The findings largely align with previous empirical studies on Türkiye and confirm the classical Fisher effect, which is predominantly reported in the literature. Evidence concerning the Neo-Fisher effect suggests that the applicability of this approach may be limited in economies like

Türkiye, characterized by a history of high inflation and fluctuating expectation regimes and policy credibility over time. In this regard, the study contributes complementary empirical evidence to the existing literature by jointly and comparatively testing the Fisher and Neo-Fisher approaches within the same framework.

From a policy perspective, the results indicate that the fundamental prerequisite for sustainably lowering interest rates in Türkiye is achieving price stability. In an environment where inflation is not controlled, it is difficult to obtain lasting reductions in nominal interest rates through administrative or short-term policy interventions. In this context, central bank credibility, the anchoring of inflation expectations, and a consistent policy framework focused on price stability will substantially contribute to the healthy functioning of interest rate–inflation dynamics. Overall, the findings suggest that the propositions of the Fisher approach should be given considerable weight when determining the direction of monetary policy in the Turkish economy.

REFERENCES

Bilgin, C. (2022). Türkiye için Fisher etkisinin analizi: Doğrusal olmayan ARDL modeli yaklaşımı. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 73, 72-87.

Cochrane, J. H. (2016). Do higher interest rates raise or lower infla-tion? [Manuscript]. Hoover Institution and NBER.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association, 74(366), 427–431.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica, 49(4), 1057–1072.

Fisher, I. (1930). The theory of interest: As determined by impatience to spend income and opportunity to invest it. New York, NY: Macmillan. (1980 Yeniden Basımı).

Koru. H, & Gökçe, A. (2024). Para politikası strateji değişimlerinde enflasyon faiz ilişkisinin ampirik analizi: Türkiye ekonomisinde Fisher etkisi (2010-2024). Uluslararası Akademik Birikim Dergisi, 7(4), 573-583

Köksel, B., & Destek, M. A. (2015). Türkiye ekonomisinde Fisher hipotezinin test edilmesi: 2002-2014 dönemi üzerine bir ampirik analiz. Journal of International Social Research, 8(41), 1247-1253.

Oğul, B. (2022). Türkiye'de enflasyon ve faiz ilişkisinin tespit edilmesi: ARDL sınır testi yaklaşımı. Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, 5(2), 49-58.

Olgun, M. E. (2022). Interest rate and inflation: Is there a Fisher or neo-Fisher effect? Evidence from Turkey. Yönetim Bilimleri Dergisi, 20(45), 759-775.

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.

Phillips, P. C. B. (1987). Time series regression with a unit root. Econometrica, 55(2), 277–301.

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. Biometrika, 75(2), 335–346.

Şeker, H., & Demirel, B. (2022). Düşük faiz politikası ve enflasyon: Neo-Fisherian yaklaşım çerçevesinde Türkiye üzerine bir analiz. Fiscaoeconomia, 6(3), 949-975.

Tayyar, A. E. (2019). Neo-Fisher etkisi ve Türkiye uygulaması. Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(36), 307-339.

Tunalı, H., & Erönal, Y. Y. (2016). Enflasyon ve faiz orani ilişkisi: Türkiye'de Fisher etkisinin geçerliliği. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(4), 1415-1431.

Yapraklı, S. (2022). Açık enflasyon hedeflemesi döneminde Neo-Fisher etkisinin geçerliliği: Türkiye üzerine ekonometrik bir analiz. EKOIST Journal of Econometrics and Statistics, 37, 85-105.

Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. Journal of Business & Economic Statistics, 10(3), 251–270.

THE VALIDITY OF THE REAL EXCHANGE RATE PARITY IN TURKEY

Assist Prof. PhD. Hüseyin GÜVENOĞLU
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5220-3657
Prof. Dr. Özcan KARAHAN
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences Department of Economics, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-1179-2125

ABSTRACT

The real exchange rate parity is an approach suggesting that the real exchange rate fluctuates around a certain long-run equilibrium level and that temporary deviations caused by external shocks diminish over time. This property of the real exchange rate is critically important for external competitiveness, pricing behavior, the trade balance, and the sustainability of capital flows. Therefore, the validity of the parity indicates that relative prices function consistently and that differences in production costs and productivity levels can be absorbed by long-run adjustment mechanisms. Accordingly, whether the real exchange rate parity holds or not provides important signals regarding the functioning of the economic structure. In this context, the aim of the present study is to test the validity of the real exchange rate parity in Türkiye and thereby reveal the nature of the structural transformations experienced in the Turkish economy in recent years. For this purpose, the CPI-based real effective exchange rate series for the period 2003–2024 was first examined using classical unit root tests (ADF and PP). Subsequently, the Zivot–Andrews structural break test was employed to account for the impact of policy and financial shocks on the real exchange rate. The analysis revealed that real exchange rate parity does not apply in Türkiye. The findings contribute to the literature by demonstrating the conditions under which the real exchange rate parity may hold in the case of Türkiye. Moreover, the results provide important policy implications for managing real exchange rate dynamics in a more consistent and realistic framework.

Keywords: Real Exchange Rate Parity, Türkiye

1. INTRODUCTION

The real exchange rate parity approach posits that a country's real exchange rate fluctuates around a long-term equilibrium level. This theoretical framework rests on the existence of a fundamental long-run equilibrium for the real exchange rate. The tendency of the real exchange rate to revert to its equilibrium level over time stems from the structural characteristics of national economies. In other words, the real exchange rate reflects a multidimensional, long-

term equilibrium condition shaped by a country's structural features. Consequently, the equilibrium value of the real exchange rate is determined by structural factors such as productivity differentials and terms of trade across countries. These structural factors act as an attractor, governing the long-run behavior of the real exchange rate.

The nominal exchange rate represents the value of a country's currency relative to another currency. Its level is influenced by factors such as money supply, interest rates, and market expectations. For this reason, the nominal exchange rate alone is insufficient to indicate real competitiveness in international trade. In contrast, real exchange rate values, which account for cross-country price differences, reflect true competitiveness in international commercial relations. Accordingly, the real exchange rate is determined by the combination of nominal exchange rate movements and differences in price levels. In other words, the theoretical foundation of the real exchange rate rests on three main components: the nominal exchange rate, the domestic price level, and the foreign price level. The interaction of these three elements determines the real exchange rate level. In the equation below, REER denotes the real exchange rate, NER denotes the nominal exchange rate, P* represents the foreign price level, and P represents the domestic price level (Krugman & Obstfeld, 2012, pp. 411-412).

$$REER = NER \times (P*/P)$$

Within the framework of real exchange rate parity, when the real exchange rate (REER) remains constant, any change in the price ratio between countries (P*/P) is absorbed through adjustments in the nominal exchange rate (NER). When domestic prices increase, the price ratio between countries decreases; therefore, to keep the real exchange rate constant, the nominal exchange rate must rise, meaning the domestic currency depreciates in nominal terms. In this context, rising domestic prices increase imports and reduce exports, creating a shortage of foreign currency and thereby putting upward pressure on the nominal exchange rate. Thus, to maintain real competitive conditions, that is, the level of the real exchange rate, price differentials between countries are offset by changes in the nominal exchange rate.

The fact that the real exchange rate parity fluctuates steadily around a certain equilibrium value over time has significant implications. First, because the real exchange rate remains stable around an equilibrium level, it becomes possible to sustain balanced international trade relations. When parity holds, the value of goods and services in a country cannot consistently deviate from their long-term value by becoming persistently undervalued or overvalued. Within this framework, the nominal exchange rate adjusts to eliminate differences in price levels between countries. Consequently, if the real exchange rate equilibrium is maintained, international trade can operate in a stable and sustainable manner.

On the other hand, the existence of real exchange rate parity enables the preservation of a country's relative competitive balance in international trade. The real exchange rate reflects the true value of national currencies by adjusting their nominal exchange rates for inflation differentials. Therefore, the real exchange rate indicates the actual purchasing power of a domestic currency in international trade. Thus, the validity of real exchange rate parity does not merely reflect a long-term statistical property of the real exchange rate. It is also a crucial indicator for assessing whether an economy's external competitiveness and macroeconomic adjustment mechanisms are functioning effectively. If real exchange rate parity holds, it suggests that production costs and competitive conditions remain stable over the long term. Thus, the tendency of the real exchange rate to revert to its long-term average implies that the economy regains its competitive strength after shocks. Conversely, persistent deviations in the real exchange rate indicate structural problems in the cost dynamics and composition of foreign trade. In fact, severe exchange rate shocks resulting from significant deteriorations in the country's foreign trade balance can give rise to major financial crises (Rogoff, 1996, p. 647).

The tendency of the real exchange rate to revert to its long-term equilibrium, as defined above, can be regarded as a fundamental indicator of macroeconomic stability. Indeed, real exchange rate parity provides a simple yet powerful theoretical framework for testing an economy's long-run real equilibrium. From this perspective, the present study aims to test the validity of real exchange rate parity in Türkiye. In doing so, it seeks to identify changes in the country's competitive position and their potential implications by examining developments in Türkiye's real exchange rate level. Following the introduction, the next section reviews the literature on real exchange rate parity in the context of Türkiye. The subsequent section presents the empirical estimation results from the analysis. Finally, the conclusion offers the study's findings regarding the validity of real exchange rate parity in Türkiye, along with the policy implications derived from these findings.

2.LITERATURE

Maintaining the real exchange rate at the level prescribed by the real exchange rate parity approach is crucial for sustaining balanced international trade transactions and preserving a country's competitive strength. Failure to maintain this level not only disrupts international trade but also indicates significant problems within the domestic economy. If the loss of competitiveness caused by high domestic inflation is not offset by an increase in the nominal exchange rate meaning that real exchange rate parity is not maintained it may lead to a substantial foreign trade deficit and give rise to severe currency and liquidity crises. Therefore,

maintaining real exchange rate parity is essential for ensuring a country's external trade balance and, consequently, achieving macroeconomic stability.

Based on the observations outlined above, an extensive body of literature has emerged aimed at testing the validity of real exchange rate parity. Within this framework, researchers examine whether the real exchange rate fluctuates stably around a long-run equilibrium level. In other words, the literature investigates whether short-run shocks to the real exchange rate dissipate over time and whether the rate returns to a level consistent with economic fundamentals. If real exchange rate parity holds, foreign trade prices, production costs, and competitive conditions remain stable in the long run. Conversely, persistent deviations in the real exchange rate indicate a weak external adjustment mechanism, causing exchange rate shocks to endure and potentially leading to macroeconomic instability.

In econometric terms, mean reversion refers to the tendency of the real exchange rate to return to its long-run equilibrium value despite exhibiting temporary deviations in response to shocks. The validity of real exchange rate parity, which arises from this tendency, can be tested using unit root tests. For parity to hold that is, for the real exchange rate series to display a long-run tendency to revert to equilibrium the series must be stationary in levels. Otherwise, the effects of exchange rate shocks become permanent, weakening the validity of real exchange rate parity. In developing economies characterized by volatile capital flows and frequent regime shifts, however, the behavior of the real exchange rate is often fragile and discontinuous. For this reason, structural break models that capture changes in economic regimes are preferred in stationarity analyses (Perron, 1989, p. 1361). In recent years, unit root tests that account for discontinuous trends and regime changes have been used more frequently. Consequently, both classical unit root tests and methods incorporating structural breaks are commonly employed in stationarity testing.

When examining studies that test the validity of real exchange rate parity for Türkiye, it is observed that earlier research predominantly relied on classical unit root tests. In more recent periods, analyses have increasingly employed unit root tests that account for nonlinearities and structural breaks in economic regimes, providing a more robust assessment of the long-run behavior of the real exchange rate. While earlier studies yielded findings that only partially supported the parity condition and generally offered no strong evidence in its favor, more recent research concludes that, due to pronounced structural fluctuations, the real exchange rate is non-stationary and therefore parity does not hold. Consequently, the evolving literature on the Turkish economy, particularly in recent years, suggests that the real exchange rate does not operate as an automatic stabilizer in Türkiye. Exchange rate stability can thus be achieved only

in conjunction with price stability, macroeconomic credibility, and structural adjustment policies.

Telatar and Kazdağlı (1998) tested the validity of real exchange rate parity for Türkiye using the real effective exchange rate series covering the period from 1980 to 1995. They examined the CPI-based real exchange rate by employing three stationarity tests: ADF, PP, and KPSS. The results showed that the ADF and PP tests failed to reject the null hypothesis of a unit root, whereas the KPSS test provided evidence of stationarity around a deterministic trend. This suggests that real exchange rate parity is only partially valid in terms of trend stationarity, with shocks dissipating gradually rather than rapidly. Consequently, inflation differentials and structural changes appear to disrupt the real exchange rate equilibrium. The study concludes that an exchange rate targeting strategy is not appropriate for Türkiye.

Sarno and Taylor (1998) analyzed real exchange rate parity for 11 developing countries, including Türkiye, using annual real exchange rate data covering the period from 1970 to 1996. The real exchange rate series was constructed by adjusting nominal exchange rates with Consumer Price Index (CPI) levels. As econometric methods, the authors employed both linear Augmented Dickey–Fuller (ADF) tests and nonlinear unit root tests based on the Exponential Smooth Transition Autoregression (ESTAR) framework. For Türkiye, the linear unit root tests did not support the validity of real exchange rate parity. However, the nonlinear unit root tests provided evidence of mean reversion. This finding suggests that the real exchange rate in Türkiye converges to parity in the long run, although the adjustment process is nonlinear and depends on the magnitude of shocks. Accordingly, the authors emphasize that when price stability and sustainable external balance conditions are maintained, exchange rate shocks are temporary and the real exchange rate can return to equilibrium over time.

Özdemir (2004) examined the stationarity properties of the real exchange rate using CPI-based monthly real effective exchange rate data for Türkiye over the period 1980–1999. To capture dynamics that cannot be adequately identified by conventional linear approaches, the analysis employed both traditional unit root tests and nonlinear unit root methods, including Fourier-based and ESTAR-type specifications. The empirical findings show that while linear unit root tests generally fail to support stationarity, deviations from the long-run equilibrium are corrected in a nonlinear and state-dependent manner. This suggests that real exchange rate parity in Türkiye does not operate through a simple linear adjustment process.

Although real exchange rate parity is not always tested explicitly in the literature, several studies address the issue within the framework of the Purchasing Power Parity (PPP) hypothesis. These studies rely on the stationarity properties of the real exchange rate as the basis of their empirical

analysis. Consequently, the empirical focus is on whether the real exchange rate converges to a long-run equilibrium, which corresponds directly to testing real exchange rate parity. Accordingly, PPP-based studies such as Aslan and Kanbur (2007), Güris et al. (2016), Yanar and Zengin (2018), Aydın (2019), Köktürk and Ural (2019), and Özbek (2020) are included in this literature review, as they empirically examine the long-run behavior of the real exchange rate and provide relevant evidence for real exchange rate parity in Türkiye.

Aslan and Kanbur (2007) examine multiple real exchange rate series for Türkiye over the period 1982–2005 within the framework of unit root and cointegration methods that account for structural breaks. The study divides the sample into sub-periods to reflect major economic regime shifts and applies first-generation unit root tests and cointegration analysis to assess whether the real exchange rate converges to its long-run equilibrium. The empirical evidence indicates that the real exchange rate fails to exhibit stationarity and long-run equilibrium behavior. These results suggest that real exchange rate dynamics differ significantly across structural regimes, underscoring the need for policymakers to incorporate regime changes when evaluating external competitiveness and long-run exchange rate behavior.

Güris et al. (2016) examine Türkiye's real exchange rate using monthly data covering the period analyzed in the study. The authors focus on whether deviations in the real exchange rate exhibit nonlinear mean reversion, arguing that linear unit root tests may fail to capture the true adjustment dynamics of the real exchange rate. To this end, they first test for nonlinearity and then apply nonlinear unit root tests that allow for smooth transition and asymmetric adjustment behavior. The empirical results indicate that, once nonlinear dynamics are taken into account, the real exchange rate is stationary.

Yanar and Zengin (2018) analyzed monthly real effective exchange rate data covering the period from January 2003 to April 2018. The study applies a combination of classical unit root tests and a structural break unit root test (Zivot–Andrews) to assess the stationarity of the real exchange rate while accounting for potential structural changes in the Turkish economy. The empirical findings reveal mixed evidence: while the ADF and PP tests suggest stationarity consistent with PPP, the KPSS and Zivot–Andrews tests indicate non-stationarity when structural breaks are considered. These results underscore the importance of incorporating structural break considerations into real exchange rate analysis.

Aydın (2019) analyzed monthly real exchange rate data for Türkiye covering the period from January 1992 to December 2018 by applying Fourier unit root tests. The study employs two recently developed Fourier-based unit root methods that accommodate structural breaks and nonlinear patterns in the data, providing a more robust assessment than classical linear unit root

tests. The empirical results indicate that the real exchange rate series is stationary, implying that shocks to the real exchange rate are temporary rather than permanent. Accordingly, the author suggests that the presence of mean reversion in the real exchange rate supports the use of price and exchange rate information in policy evaluation and decision-making.

Köktürk and Ural (2019) examine the real exchange rate series for Türkiye using monthly data covering the period from 2003 to 2018 by applying Fourier-based unit root tests. Recognizing that traditional linear unit root tests may be misleading in the presence of multiple unknown structural breaks caused by exchange rate shocks and volatility, the authors employ the Fourier KPSS stationarity test to accommodate smooth structural changes. The empirical results indicate that the real exchange rate series is stationary, implying that the real exchange rate tends to return to its long-run mean. Based on these findings, the study suggests that nonlinear and structural break-adjusted methods are essential for accurately assessing long-run exchange rate behavior.

Özbek (2020) tested the validity of real exchange rate parity for the Turkish economy using monthly real exchange rate data covering the period from 1994 to 2019. Both traditional unit root tests and unit root tests incorporating structural breaks were employed in the analysis. The empirical findings indicate that, for Türkiye, the real exchange rate series is non-stationary according to both sets of tests, suggesting that exchange rate shocks are persistent and follow a unit root process. This implies that the long-run mean-reversion mechanism of the real exchange rate is weak and that parity does not hold for Türkiye. Even after accounting for structural breaks, no evidence of mean reversion is observed in the real exchange rate series.

3. DATA SET, ECONOMETRIC METHOD, AND FINDINGS

In an economic environment characterized by a high exchange rate pass-through and frequent cost-push inflation, testing the long-term stability of the real exchange rate is important both theoretically and empirically. A weak ability of the real exchange rate to return to equilibrium may lead to a persistent erosion of competitiveness and structural vulnerabilities in the foreign trade balance. Conversely, a strong mean-reversion property suggests that exchange rate shocks are temporary and that adjustment mechanisms in the real economy are functioning effectively. This study examines the validity of real exchange rate parity in Türkiye using quarterly data from 2003 to 2024. The primary objective is to econometrically test whether the real exchange rate exhibits long-term stationarity. To achieve this, both traditional unit root tests and unit root tests that account for structural breaks are employed. This approach allows for a comprehensive analysis of the real exchange rate dynamics over time, the impact of regime changes, and the economy’s capacity to respond to shocks.

Over the past twenty years, the Turkish economy has undergone numerous structural breaks that have significantly impacted the real exchange rate. These changes are attributed to shifts in global financial conditions, fluctuations in capital flows, and transformations in policy regimes. In this context, evaluating the stationarity properties of the real exchange rate without considering structural breaks may produce incomplete or misleading results. Therefore, this study employs a unit root test that incorporates structural breaks to analyze the behavior of the real exchange rate across different regimes, thereby highlighting the period-specific mechanisms that determine real exchange rate equilibrium.

This research contributes to the literature in two key ways. First, it examines the long-term behavior of the real exchange rate in Türkiye independently of Purchasing Power Parity (PPP) debates, adopting an approach that focuses exclusively on real equilibrium mechanisms. Studies analyzing real exchange rate parity in Türkiye typically rely on a univariate time series framework and directly use real effective exchange rate data. However, such studies are limited. In this regard, the present study offers a methodologically straightforward yet robust approach. Second, it investigates the stationarity properties of the real exchange rate within the context of crises, policy changes, and global shocks experienced by the Turkish economy over time, incorporating regime dynamics. Given that the real exchange rate exhibits Türkiye-specific structural breaks, including structural break tests, constitutes a significant theoretical and empirical contribution.

In this study, the CPI-based Real Effective Exchange Rate, calculated with 2003 as the base year, was used. The quarterly time series data were logarithmically transformed before analysis. Since the analysis employed a univariate time series approach, no other variables, such as the nominal exchange rate or price indices, were included. Therefore, there was no need to recalculate nominal exchange rates or price indices for computing the real exchange rate; the analysis was conducted directly using the real exchange rate indicator calculated according to the Central Bank's standard methodology. Using only the real effective exchange rate series published by the CBRT ensures measurement consistency and definitional coherence, allowing the long-term dynamics of the real exchange rate to be evaluated clearly and directly. The dataset was obtained from the CBRT Electronic Data Delivery System (EVDS).

Econometrically, the validity of real exchange rate parity for Türkiye is tested using a univariate time series approach. The analysis employs stationarity-based econometric methods to determine whether the real exchange rate tends to revert to a long-run equilibrium level. Given that the real exchange rate in Türkiye exhibits dynamics sensitive to structural breaks caused by frequent external shocks and policy changes, a unit root test incorporating structural breaks

is applied. While much of the existing literature examines the stationarity properties of the real exchange rate using linear tests, studies systematically evaluating post-break regime behavior remain limited. This study addresses this gap by employing a structural break approach that comprehensively captures the regime-dependent nature of real exchange rate parity.

To examine the long-term behavior of the real exchange rate in Türkiye, the validity of real exchange rate parity is tested using econometric methods. The primary question is whether the real exchange rate follows a stationary process over time. In this context, the methodological framework is based on unit root analysis, which aims to determine the time series properties of the real exchange rate.

In the first stage, the characteristics of the real exchange rate series are examined using classical unit root tests. Specifically, the stationarity of the series is tested using the Augmented Dickey–Fuller (ADF) test, developed by Dickey and Fuller (1979, 1981), and the Phillips–Perron (PP) test, developed by Phillips (1987) and Phillips and Perron (1988).

In the second stage, because real exchange rate dynamics may involve structural breaks resulting from significant policy changes and external shocks, a unit root test that accounts for breaks is applied. Specifically, the single structural break unit root test developed by Zivot and Andrews (1992) is employed to assess whether the real exchange rate is stationary in a process that includes a break. This method substantially reduces the risk of falsely detecting a unit root, a common issue in traditional tests.

The purpose of unit root tests is to determine whether the real exchange rate exhibits mean reversion. If the real exchange rate is stationary (I(0)), real exchange rate parity holds. This indicates that the real exchange rate returns to its long-term mean and that the external balance adjustment mechanism is functioning properly. Conversely, if the real exchange rate is non-stationary (I(1)), the validity of real exchange rate parity is rejected. In this case, persistent deviations and structural imbalances may arise in the external sector. Finding stationarity in tests that account for breaks suggests that real exchange rate equilibrium holds in the “post-break regime”.

In the first stage, to determine the time series properties of the real exchange rate, the CPI-based Real Effective Exchange Rate series (lredk) is subjected to Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) tests. Both tests examine the null hypothesis of a unit root. The estimation results are presented in Table 1 below. The empirical findings indicate that the series becomes stationary after taking the first difference, both in the model with a constant and in the model with a constant and trend. Accordingly, lredk is not significant at the level, but all test

statistics become significant after the first difference, exceeding the critical values. Therefore, lredk is found to be integrated of order one, I(1).

Table 1. Stationarity test results

	ADF		**PP**	
Variables	**Intercept**	**Trend and Intercept**	**Intercept**	**Trend and Intercept**
lredk	-0.7928 (1)	-3.2369 (0)	-1.1744 (0)	-3.1259 (2)
Δlredk	-12.01* (0)	-11.9689* (0)	-12.1060* (2)	-12.1258* (3)

Note: An asterisk (*) indicates statistical significance at the 1% level. Numbers in parentheses denote the lag lengths.

In conclusion, the ADF and PP tests indicate that the real effective exchange rate series is non-stationary at the level. This finding suggests that the real exchange rate does not revert to its mean through a linear process and that external balance does not depend on self-stabilizing mechanisms in the long run. The non-stationarity of the real exchange rate implies that responses to external shocks are persistent, meaning that the real equilibrium is not maintained over time. Consequently, a sustained deterioration in Türkiye's international competitiveness is likely. Deviations of the real exchange rate from its long-term equilibrium also indicate the presence of structural imbalances in the economy.

The classical unit root tests conducted above classify the real exchange rate series as a non-stationary process. However, considering Türkiye's economic structure and the frequent regime changes over the past twenty years, it should be noted that classical unit root tests may not fully capture the underlying dynamics. Therefore, the presence of a unit root does not, by itself, indicate that parity is invalid; rather, it may suggest that the real exchange rate exhibits a structure that includes breaks. For this reason, analyzing the stationarity properties of the real exchange rate in Türkiye without accounting for structural breaks and nonlinear adjustment processes may lead to incomplete or misleading conclusions. Türkiye's economic structure features an exchange rate system that responds asymmetrically to external shocks and undergoes frequent regime shifts.

The CPI-Based Real Effective Exchange Rate series in Türkiye (lredk) is analyzed using the Zivot-Andrews unit root test, which accounts for structural breaks. The estimation results from this test are presented in Table 2. As shown, the series becomes stationary after first differencing in the B-model, which allows for a break in the trend. In other words, the Zivot-Andrews unit root test results with structural breaks indicate that the series is stationary after first differencing.

Therefore, the findings from the structural break Zivot-Andrew unit test corroborate the results obtained from the ADF and PP unit root tests.

Table 2. Structural break unit root test results (Zivot–Andrews test)

Variables	Break Periods	Test Statistics	5% Critical Values	Models
lredk	2010: Q2	-2.94	-4.42	B
Δlredk	2021: Q2	-12.65	-4.42	B

Although the break dates identified by the Zivot-Andrews unit root test coincide with known economic shocks in Türkiye, the results do not support real exchange rate parity. The break detected in 2010:Q2 corresponds to a period when the Turkish Lira was overvalued and capital inflows were intense. Conversely, the break in 2021:Q2 aligns with significant regime changes in monetary and interest rate policies, as well as exchange rate shocks. While the Zivot-Andrews test captures critical policy shifts that alter the dynamics of the real exchange rate, it does not indicate stationarity at the series level. This result clearly indicates that the real exchange rate does not fluctuate around a constant and stable equilibrium. Therefore, real exchange rate parity does not hold for Türkiye.

4. CONCLUSION AND POLICY RECOMMENDATIONS

The real exchange rate parity hypothesis posits that the real exchange rate fluctuates around a long-term equilibrium level. In this context, the stationarity of the real exchange rate is essential for testing an economy's long-run equilibrium. When real exchange rate parity holds—that is, when the real exchange rate is stationary—exchange rate shocks are temporary, enabling a country to maintain its real competitiveness. Thus, preserving the long-run equilibrium of the real exchange rate serves as a key indicator of an economy's external competitiveness and the dynamics of its external balance. Consequently, export and import trends tend to stabilize without causing major disruptions. However, if the real exchange rate loses stationarity, distortions in pricing behavior in international trade may lead to significant current account imbalances, potentially triggering severe economic crises. Therefore, understanding the behavior of the real exchange rate over time is particularly critical for emerging economies, which are highly sensitive to exchange rate fluctuations.

This study tests the validity of real exchange rate parity for Türkiye using quarterly CPI-based real effective exchange rate data covering the period from 2003 to 2024. The analysis examines whether the real exchange rate reverts to its long-run equilibrium by applying both traditional unit root tests, namely the Augmented Dickey–Fuller (ADF) and Phillips–Perron (PP) tests, as

well as the Zivot–Andrews unit root test that accounts for structural breaks. The results indicate that the real exchange rate is non-stationary according to both classical and structural break unit root tests. Specifically, the CPI-based real effective exchange rate series for Türkiye is found to be integrated of order one, I(1), in both traditional (ADF, PP) and structural break (Zivot–Andrews) tests. Although stationarity is achieved after first differencing, the lack of stationarity at the level suggests that the real exchange rate does not tend to revert to its long-run average. In other words, the real exchange rate in Türkiye does not follow a continuous and linear adjustment process.

The empirical results have important policy implications. First, since exchange rate shocks have persistent effects, exchange rate adjustments in Türkiye cannot be expected to occur automatically over time. Second, the invalidity of real exchange rate parity implies that more sophisticated analytical frameworks are required to accurately assess competitiveness in Türkiye. Finally, the failure of real exchange rate parity underscores the need for coordinated policy measures aimed at ensuring both price stability and exchange rate stability in the Turkish economy.

REFERENCES

Aslan, N., & Kanbur, A. (2007). Türkiye'de 1980 sonrası satın alma gücü paritesi yaklaşımı. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(2), 9–43.

Aydın, M. (2019). Satın alma gücü paritesi hipotezi geçerliliğinin Fourier birim kök testleri ile incelenmesi: Türkiye örneği. EKOIST Journal of Econometrics and Statistics, (30), 35–48.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association, 74(366), 427–431.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica, 49(4), 1057–1072.

Güriş, B., Tıraşoğlu, B. Y., & Tıraşoğlu, M. (2016). Türkiye'de satın alma gücü paritesi geçerli mi? Doğrusal olmayan birim kök testleri. Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 5(4), 30–42.

Köktürk, O., & Ural, M. (2019). Fourier unit root analysis of the purchasing power parity for Turkey. Business & Management Studies: An International Journal, 7(2), 877–890.

Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (2012). International economics: Theory and policy (9th ed.). Pearson Education.

Özbek, S. (2020). Türkiye'de reel döviz kuru durağan mı? Geleneksel ve yapısal kırılmalı durağanlık testlerinden kanıtlar. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 7(7), 155–164.

Özdemir, Z. A. (2004). Mean reversion in real exchange rate: Empirical evidence from Turkey, 1988-1999. METU Studies in Development, 31, 243–265.

Perron, P. (1989). The great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. Econometrica, 57(6), 1361–1401.

Phillips, P. C. B. (1987). Time series regression with a unit root. Econometrica, 55(2), 277–301.

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. Biometrika, 75(2), 335–346.

Rogoff, K. (1996). The purchasing power parity puzzle. Journal of Economic Literature, 34(2), 647–668.

Sarno, L., & Taylor, M. P. (1998). Real exchange rates under the recent float: Unequivocal evidence of mean reversion. Economics Letters, 60(2), 131–137.

Telatar, E., & Kazdağlı, H. (1998). Re-examining the long-run purchasing power parity hypothesis for a high inflation country: The case of Turkey, 1980–1995. Applied Economics Letters, 5(1), 51–53.

Yanar, R., & Zengin, G. (2018). Purchasing power parity under structural breaks: The case of Turkey, 2003–2018. Al-Farabi International Journal on Social Sciences, 2(4), 158–164.

Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. Journal of Business & Economic Statistics, 10(3), 251–270.

TİCARİ İLETİŞİMDE USUL VE LİSAN: SERKİZ NİHAD'IN "TÜRKÇE VE FRANSIZCA TİCARET MEKTUPLARI" ESERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0001-8858-4685

ÖZET

Türkiye'de ticaret eğitimi konusunda köklü ve önemli kurumlardan biri, tarihsel süreçte üstlendiği misyonla Ticaret Mektebi'dir. 1924-1932 tarihleri arasında adı "Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi" olan bu kurum, ticaret ve iş dünyası ile ilgili eserlerin üretiminde önemli rol üstlenmiştir. Bu çalışmada, Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi hocalarından Serkiz Nihad (Kiver) tarafından yazılan "Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları" adlı eser incelenmektedir. Eser, Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda 14532 yer bilgisi ve 0124703 demirbaş numarasıyla kayıtlıdır. Yeni Şark Kütüphanesi tarafından yayımlanan eser, İstanbul Marifet Matbaası'nda basılmıştır. Eserin basım tarihi, iç kapağında 1926, dış kapağında ise 1927 olarak belirtilmiştir. Eserde haberleşme; "resmî", "ailevî/hususî" ve "ticari" olmak üzere üç ana grupta ele alınmıştır. Eserin odak noktası olan ticaret mektupları; diğer türlerden kesin biçimde ayrılarak "menfaate, kâra, kazanca ve muâmelâta temas eden yazışmalar" şeklinde tanımlanmaktadır. Serkiz Nihad, bu tür yazışmaların kapsamını bankacılıktan seyr-i sefâine, sigorta işlemlerinden fabrikacılığa kadar geniş bir çerçevede değerlendirmektedir. Ayrıca ticari yazışmaların "uluorta ve alelade" yapılmaması, belirli şekil şartlarına uyularak ciddiyetle yürütülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Eserde, şirket kuruluşundan sipariş süreçlerine kadar çeşitli ticari işlemlere ilişkin örneklerin Osmanlıca ve Fransızca karşılıklı metinler hâlinde sunulması, dönemin ticaret eğitiminde etkin yabancı dil olarak Fransızcanın öne çıktığını göstermektedir. Bu bağlamda çalışmada, dönemin ticaret eğitimini yansıtan "Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları" adlı eser üzerinden ticari iletişim terminolojisi ve yazışma standartları ele alınacaktır.

Anahtar kelimeler: Ticaret Eğitimi, Ticari Yazışma, Serkiz Nihad, Ticaret Mektebi

PROCEDURE AND LANGUAGE IN COMMERCIAL COMMUNICATION:AN EXAMINATION OF SERKIZ NIHAD'S TURKISH AND FRENCH COMMERCIAL LETTERS

ABSTRACT

The School of Commerce (Ticaret Mektebi) stands as one of the deep-rooted and pivotal institutions in commercial education in Turkey, distinguished by the mission it undertook throughout its historical trajectory. Known as the "Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi" between 1924 and 1932, this institution played a significant role in the production of scholarly works

related to trade and the business world. This study examines the book titled Turkish and French Commercial Letters (Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları), authored by Serkiz Nihad (Kiver), a faculty member at the Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi. The work is registered in the Seyfettin Özege Collection under location number 14532 and inventory number 0124703. Published by Yeni Şark Kütüphanesi and printed at the Istanbul Marifet Matbaası, the book bears the publication date of 1926 on its inner cover and 1927 on its outer cover. In the text, communication is categorized into three main groups: "official," "familial/private," and "commercial." Commercial letters, constituting the focal point of the work, are strictly distinguished from other genres and defined as "correspondence touching upon interest, profit, earnings, and transactions." Serkiz Nihad evaluates the scope of such correspondence within a broad framework ranging from banking to maritime trade, and from insurance operations to manufacturing. The author emphasizes that commercial correspondence must not be conducted in a haphazard or commonplace manner but rather executed with seriousness and in adherence to specific formal requirements. The presentation of examples regarding various commercial transactions -from company establishment to order processes- as parallel texts in Ottoman Turkish and French demonstrates the prominence of French as the effective foreign language in commercial education of the period. In this context, the study addresses commercial communication terminology and correspondence standards through the analysis of the book Turkish and French Commercial Letters, reflecting the commercial education landscape of the era.

Keywords: Education of Commerce, Commercial Correspondence, Serkiz Nihad,
School of Commerce

1. GİRİŞ

Ticaret Mektebi, Türk yükseköğretiminde ticaret eğitimini başlatan ilk kurum olarak kabul edilmektedir. Mektebin müfredat ve yönetmeliklerinde vurgulanan "ticaret erbabı yetiştirme" amacı, kurulduğu dönemin işletmecilik eğitimi anlayışını yansıtmaktadır (Öz-Alp, 1972; Oluç, 1973; Üsdiken, 2003; Özkul, 2017). Ticaret Mektebi 16 Ocak 1883 tarihinde Hamîdiye Ticâret Mekteb-i Âlîsi adıyla öğretime başlamıştır. II. Meşrutiyet'le beraber mektebin adı değişmiş, Ticaret Mekteb-i Âlîsi olmuştur. 1924 tarihinde mektebin yönetim ve öğretim şekli talimatname ile yeniden düzenlenmiştir. Bu talimatnameye göre mektebin adı İstanbul Ulûm-ı Âliyye-i Ticâriye Mektebi olmuştur. Mektebin bu dönem kullandığı isim, Fransız Ecoles des Hautes Etudes Commerciales'in (Yüksek Ticari İlimler) karşılığıdır (Çelebi, 1983). Mektebin müfredat programlarında yer verdiği derslerin, dönemin iş ve ticaret aleminin gereklerine göre düzenlendiği söylenebilir. Bu bağlamda örneğin 1916 yılı müfredatlı ders programı

incelendiğinde mektepte; muhasebe, ticaret bilgisi, ticari yazışmalar, iktisat ve ticari matematik alanlarına dair derslere yer verildiği görülmektedir (Özkul, 2017). Mektebin ticaret, muhasebe ve ticari yazışmalar alanlarına dair eğitim verdiği, literatürde yer alan çalışmalarca da ele alınmıştır (Özkul, 2017; Özkul ve Çakırel 2020). Ticari yazışma odaklı dersler mektebin 1883 tarihli müfredat programında *Muharrerât-ı Ticâriye ve Türkçe'ye Tercüme*, Muharrerât-ı Ticâriye-i Franseviye ve Muharrerât-ı Ticâriye'nin Tanzîmi şeklindedir. Mektebin 1913 tarihli ders programında da *İstenografya ve Yazı Makinası* ticari yazışma açısından öne çıkan bir ders olarak zikredilebilir. Mektebin 1916 tarihli müfredat programında da yine *İstenografi* ve *Daktilografi* ticari yazışma ile ilgili dersler olarak görünmektedir (Özkul, 2017). Bu çalışma, Cumhuriyet'in erken dönemlerine tekabül eden tarihlerde, Ticaret Mektebi'nin muhasebe alanında öne çıkan hocalarından olan Serkiz Nihad (Kiver) tarafından yazılan ve ticari yazışma ve/veya ticari iletişim açısından kaynak niteliğinde olan bir eserin incelenmesini odağına almaktadır. Serkiz Nihad tarafından kaleme alınarak 1926'da yayımlanan *Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları* adlı bu eser, dönemin iş ve ticaret ilişkilerinde benimsenen ticari iletişim ve yazışma anlayışının öğretimine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

2. SERKİZ NİHAD (KİVER)

Ermeni asıllı bir Osmanlı vatandaşı olan Serkiz Nihad, ticaret ve muhasebe öğretiminin kurumsallaştığı önemli eğitim kurumlarından olan Ticaret Mekteb-i Âlisi'nde şekillenen bir kariyer üzerinden, Osmanlı'dan Cumhuriyet'e uzanan süreçte muhasebe düşüncesinin modernleşmesine öncülük eden bir isim olarak öne çıkmaktadır (Küçük, 2012, s. 246; Sağlamyürek, 2014, s. 22). Ticaret Mektebi'nde başlayan ve yine aynı kurumda idari sorumluluklarla devam eden meslek hayatı, onun yalnızca bir muhasebe hocası değil, aynı zamanda Türkiye'de ticari eğitimin dönüşümüne yön veren bir aktör olduğunu göstermektedir. Mektebin mezunu olarak başlayan bu ilişki, Serkiz Nihad'ın önce öğretim kadrosuna, daha sonra ise kurumun üst yönetimine uzanan bir kariyer yolunda kurumsal sürekliliğin en belirgin örneklerinden birini oluşturur.

1914 yılında, Mehmed Hikmet Bey'in müdürlüğü döneminde oluşturulan öğretim kadrosunda "Gayrimüslim" statüsünde "Muhasebe Muallimi" olarak görevlendirilmesi, dönemin çokkültürlü idari yapısının ticaret eğitimi alanındaki yansımalarından biridir (Sağlamyürek, 2014, s. 74). Bu dönemde Ticaret Mektebi, Osmanlı'da modern iktisat ve muhasebe öğretiminin en önemli kurumu olarak işlev görmekteydi ve Serkiz Nihad'ın burada görev alması, Batı muhasebe standartlarına hâkim teknik birikiminin doğrudan kurumsal yapıya taşınması anlamına geliyordu. Paris Ulûm-i Âliye-i Ticariye Mektebi mezunu olması ve Fransızca ile

Almanca literatürü yakından izlemesi (Küçük, 2012, s. 250), bu aktarımın bilimsel zemininin güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.

Serkiz Nihad'ın Ticaret Mektebi'ndeki önemli katkılarından biri de 1919-1921 yılları arasında yürüttüğü müdürlük görevidir. I. Dünya Savaşı'nın sonu ile Mütareke döneminin siyasi türbülansı arasında kurumu ayakta tutma sorumluluğunu üstlenen Serkiz Nihad, Batı'daki ticaret okullarını örnek alarak ders programlarını yeniden düzenlemiş, okulun teşkilatlanma yapısında reformlara gitmiştir. Bu doğrultuda, Serkiz Nihad, öğretim kadrosunun başında yer alan bir isim olarak yalnızca bir makamı değil, okulun eğitim içeriğini şekillendiren yönlendirici bir otoriteyi de temsil etmiştir (Sağlamyürek, 2014, s. 54-55). Dönemin köklü dönüşümleri esnasında Serkiz Nihad'ın kurum içindeki yerini koruması, sahip olduğu uzmanlığın mektepte dikkate değer bir karşılık bulduğunu göstermektedir. Soyadı Kanunu sonrasında "Kiver" soyadını alan Serkiz Nihad, 1950'li yıllara kadar İstanbul Yüksek İktisat ve Ticaret Mektebi'nde muhasebe hocalığı yapmayı sürdürmüş; böylece hem Osmanlı hem Cumhuriyet döneminde aynı eğitim geleneğinin devamlılığını sağlayan nadir figürlerden biri hâline gelmiştir (Küçük, 2012, s. 250).

Serkiz Nihad'ın Ticaret Mektebi bağlamında önem taşıyan bir diğer yönü ise, muhasebe terminolojisi ve tekniklerinin geçirdiği değişimi belgeleyen eserleridir. "Faizli Hesabât-ı Câriye" (1915), "Muhasebe-i Tüccariye Mebâdîsi" (1920), "Sigorta Muhasebesi-Harik, Nakliyat, Hayat" ile "Nazarî ve Amelî Muhasebe" (1926) ve "Devlet Muhasebesi" (1935) gibi kitapları (Küçük, 2012, s. 250; Sağlamyürek, 2014, s. 75-78), dönemin ticaret eğitiminin şekillenmesini gösteren temel eserler arasında gösterilebilir. Özellikle 1926 tarihli Sigorta Muhasebesi kitabındaki sağdan sola Osmanlıca muhasebe kayıt düzeni ve denetim raporu örneği, onun hem teknik uyarlama becerisini hem de Türkiye'de denetim kültürünün öncülerinden biri olduğunu göstermektedir (Küçük, 2012, s. 252-257).

3. TÜRKÇE VE FRANSIZCA TİCARET MEKTUPLARI (1926)

Son dönem Osmanlı ve erken Cumhuriyet yıllarında muhasebe eğitimi alanında öne çıkan isimlerden olan Serkiz Nihad, kaleme aldığı *"Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları"* adlı eseriyle dönemin ticari yazışma literatürüne önemli katkılar sunmuştur. Eser, müellifin hocalık yaptığı Ticaret Mektebi'nin "Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi" adını taşıdığı (1924-1932) erken Cumhuriyet dönemine tekabül eden 1926 yılında yayımlanmıştır. Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda (Demirbaş No: 0124703) kayıtlı olan ve Yeni Şark Kütüphanesi yayını olarak İstanbul Marifet Matbaası'nda basılan eserin yayın tarihi iç kapakta 1926, dış kapakta 1927 olarak görülmektedir. Toplam 237 sayfadan oluşan çalışmanın sonunda, içerik harici tanıtımların yer aldığı 3 ek sayfa bulunmaktadır. Eserde Osmanlıca ve Fransızca karşılıklı ticari

yazışma metinlerine yer verilmesi, o dönem Türkiye'sinin ticaret eğitiminde, Fransızcanın hakim yabancı dil olduğunu ve mektebin Fransız *Écoles des Hautes Études Commerciales* ekolü ile olan bağını teyit eder niteliktedir (Serkiz Nihad, 1926; Çelebi, 1983).

Eserin *Mâlûmât-ı Umûmiye* başlıklı birinci bölümünde, ticaret mektupları hususi yazışmalardan kesin çizgilerle ayrılmakta; bu belgeler hukuki geçerliliği haiz, menfaate ve muamelata temas eden birer ispat vasıtası olarak tanımlanmaktadır. Ticaretin beynelmilel niteliği gereği yazışmaların standartlaşması gerektiği vurgulanarak; istida, tezkire, mazbata gibi bürokratik belge türleri ile dosyalama ve arşivleme gibi modern ofis yönetim araçlarına değinilmektedir. Ayrıca bir ticarethanenin kuruluşundan iflasına, sermaye artırımından devir işlemlerine kadar uzanan kurumsal yaşam döngüsü sirküler örnekleriyle sunulmaktadır (Serkiz Nihad, 1926, s. 3-48).

Arz-ı Hizmet Mektupları bölümünde, ticari faaliyetin insan kaynağı ve temsil boyutuna odaklanılmaktadır. Ayrıca, muhasebeci veya kâtip başvurularının yanı sıra, ticari temsilcilik arzı, depo tesisi, referans mektupları ve yeni ürün tanıtımları gibi konular bu bölümde işlenmiştir (Serkiz Nihad, 1926, s. 48-66). Muhatap firmanın mali durumu ve itibarının sorgulandığı *Talep ve İş'ar-ı Mâlûmât* bölümünü (Serkiz Nihad, 1926, s. 79-82), ticaretin teknik akışının ele alındığı *Evâmir ve Siparişât* başlığı takip etmektedir. Müellif burada numune gönderimi, fiyat talepleri ve sipariş kabulleri gibi rutinlerin yanı sıra; gecikmeler, sipariş iptalleri ve ayıplı mal iadesi gibi ticari ihtilaflara dair çözüm odaklı yazışma kalıpları sunmaktadır (Serkiz Nihad, 1926, s. 95-146). Eserin nüshasında 147-158. sayfalar arası eksiktir. Fihriste göre bu aralıkta *Banka Muamelâtı* başlığı yer almaktadır. Mevcut olan 159-164. sayfalar incelendiğinde ise; ticari senetlerin tahsili ve iskontosu ile bankaya yazılan resmi talep mektuplarının işlendiği görülmektedir (Serkiz Nihad, 1926, s. 146-164). Finansal işlemlerin detaylandırıldığı *İkrâzât ve Avans Muamelâtı* bölümünde, borç ve avans süreçleri, itibar mektupları, teminatlar ve borsa emirlerine dair usuller aktarılmaktadır (Serkiz Nihad, 1926, s. 164-190). Dönemin Ticaret Kanunu çerçevesinde şekillenen *Hesâb-ı Cârî Küşâdı ve Hesâb-ı Cârî Muamelatı* bölümünde hesap açılış ve işleyiş kuralları (Serkiz Nihad, 1926, s. 191-196); *Senedât-ı Ticariye İskontosu* bölümünde ise poliçe ve emre muharrer senet gibi temel belgelerin kullanımı örneklendirilmiştir (Serkiz Nihad, 1926, s. 197-208). Deniz ticaretine ayrılan *Navlun Mukavelenamesinin Şerait ve Numunesi* bölümünde, gemi kiralama sözleşmelerinin (navlun) teknik detayları, yükleme-boşaltma süreleri ve ödeme koşulları ele alınmıştır (Serkiz Nihad, 1926, s. 208-216). Son bölümlerde ise hukuki süreçler öne çıkmaktadır. *İflas Mesâili* başlığında iflasın hukuki tanımı yapılarak "acz hali" kavramı üzerinde durulmuş (s. 217-226); *Münâzaunfih Mesaile Müteallik Mekâtib* bölümünde ise ihtilaflı durumlarda tüccarların

kullanacağı üslup örneklendirilmiştir (s. 226-230). Kitap, ticari hayatta *Telgrafları*n kullanımına dair kısa bir bilgilendirme ile son bulmaktadır (Serkiz Nihad, 1926, s. 230-232).

4. DEĞERLENDİRME

Ulûm-ı Âliyye-i Ticariye Mektebi'nin ticaret eğitimindeki rolü ve öğretim kadrosunun yetkinliği dikkate alındığında, Serkiz Nihad'ın *Türkçe ve Fransızca Ticaret Mektupları* adlı eseri, dönemin mesleki eğitim anlayışının somut bir yansıması olarak değerlendirilmelidir. Eser, içerdiği senaryolar ve terminoloji ile dönemin ticari iletişim standartlarını belgeleyen temel bir kaynak niteliğindedir. İnceleme sonucunda müellifin; ticari iletişimi, basit bir haberleşme aracı olarak değil, hukuki ve bürokratik yükümlülükleri haiz teknik bir süreç olarak ele aldığı görülmektedir. Ticari mektupların hususi yazışmalardan kesin çizgilerle ayrılarak kâr ve muamelat ekseninde tanımlanması, ticari işlerin sosyal ya da bireysel nitelikli işlerden ayrıştırılmasında temel bir ölçüt işlevi görmektedir. Ayrıca eserin içeriği, ticari yazışmaların işletme içi süreçlerle sınırlı kalmadığını; istid'â ve resmi tahrirat örnekleriyle devlet bürokrasisiyle olan ilişkilerin de bu eğitimin ayrılmaz bir parçası olduğunu göstermektedir. Kitapta üzerinde durulan mektup/mektup kâğıdı standardı ve dosyalama (tasnif) sistemleri, dönemin ticaret hayatında kayıt nizamının kurumsallaşmasına verilen önemi kanıtlar niteliktedir. Ayrıca metinlerin Türkçe ve Fransızca karşılıklı sunulması, dönemin uluslararası ticaret diline hâkimiyetin, ticaret eğitimindeki merkezi konumunu belgelemektedir. Netice itibariyle; Ticaret Mektebi'nde muhasebe hocası olarak görev yapan Serkiz Nihad'ın, ticari yazışmaları da muhasebe disiplinine benzer bir sistematik ve titizlikle ele alması dikkat çekicidir. Müellifin muhasebe alanındaki bu teknik ve içerik açısından bilgi birikiminin, ticari mektupların yalnızca birer yazışma olmaktan çıkıp, gerektiğinde muhasebe kayıtlarına dayanak oluşturabilecek ve hukuken saklanması gereken belge niteliğinde tasarlanmasına zemin hazırladığı ifade edilebilir. Bu açıdan bakıldığında, 1920'li yılların ticari iletişim standartlarını belgeleyen bu eserin, sunduğu çeşitli ticari mektup örnekleriyle o dönemde ticaret işlerini yürütenler için kurumsal ve hukuki süreçleri düzenlemeye yardımcı olan temel bir başvuru kaynağı işlevi gördüğü belirtilebilir.

KAYNAKÇA

Çelebi, E. (1983). *Yüzyıllık mezunları ile İstanbul Yüksek Ticaretliler 1883-1983*. Fatih Yayınevi Matbaası.

Küçük, İ. (2012). XX. Yüzyılın ilk yarısında Türk muhasebe düşüncesinin gelişimini etkileyen eğitimciler: Serkiz Nihad. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, *3*, 246-265.

Oluç, M. (1973). Türkiye'de işletmecilik öğretiminin tarihçesi. *Sevk ve İdare Dergisi*, *8*(63), 9-13.

Öz-Alp, Ş. (1972). *Yeni gelişmeler karşısında işletme yöneticileri ve işletmecilik eğitimi*. Sevinç Matbaası, Ankara.

Özkul, A. S. (2017). Ticaret Mektebinde verilen eğitim üzerine bir inceleme: "Usûl-i Ticaret Dönemi" (1883-1916). *Yönetim ve Organizasyon Araştırmaları Dergisi*, *2*(2), 5-42.

Özkul, A. S., & Çakırel, Y. (2020). Daktilo eğitiminin Türkiye'deki serüveni kapsamında bir kaynak eser incelemesi: Daktilografi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *20*(2), 529-551. https://doi.org/10.11616/basbed.vi.688650

Sağlamyürek, S. (2014). *Etnik yapıdaki değişimin muhasebe düşüncesi üzerindeki etkisi: Hamidiye Ticaret Mektebi örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Gümüşhane Üniversitesi.

Serkiz Nihad (1926). *Türkçe ve Fransızca ticaret mektupları*. Marifet Matbaası.

Üsdiken, B. (2003). Türkiye'de iş yapmanın ve işletmenin akademikleştirilmesi 1930-1950. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, *58*(1), 119-147.

TİCARET MEKTEBİ'NİN YAYIN FAALİYETLERİNE BİR BAKIŞ: TİCARET MEKTEB-İ ÂLÎSİ MECMUASI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0001-8858-4685

ÖZET

Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemindeki iktisadi ve toplumsal dönüşümler, eğitim kurumlarının işlevlerini de etkilemiştir. Bu bağlamda Ticaret Mekteb-i Âlîsi, teorik eğitimin yanı sıra dönemin ticari şartlarına uygun insan kaynağı yetiştirme hedefiyle faaliyet göstermiştir. Bu çalışma, okulun Kasım 1917 (Teşrinisani 1333) tarihinde yayımladığı Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası üzerinden, kurumun yayın faaliyetlerine dair yaklaşımını ve eğitim anlayışını ele almayı amaçlamaktadır. I. Dünya Savaşı koşullarında neşredilen ve kütüphane kayıtlarında tek sayı olarak tespit edilen Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası'nın; içerik yapısının "Hukukiyat, İktisadiyat, Hesabiyat ve Müteferriat" olmak üzere dört ana başlık altında toplandığı görülmektedir. Kapakta periyodik bir yayın olacağı belirtilmesine rağmen, derginin devam sayılarına Türkiye'deki arşivlerde rastlanamamıştır. Dolayısıyla çalışmada, mevcut olan bu tek nüshanın içeriği incelenmektedir. Mecmuanın Kısm-ı Evvel başlıklı bölümü ticaret tarihi ve iktisadiyata ayrılmıştır. Bu bölümde Ahmet Hulusi, "Tarih-i Ticarete Bir Atf-ı Nazar" başlıklı yazısında ticaretin tarihsel gelişimini ele alırken; M. Zühtü ise "İhtiyâc-ı Âdî ve Spekülasyon Ticareti" makalesinde dönemin güncel konularından biri olan spekülatif piyasa hareketlerini değerlendirmektedir. Mecmuanın Kısm-ı Sânî bölümünde ise ticarete dair teknik ve uygulamalı konular yer almaktadır. Bu bölümde Kirkor Kömürciyan, "Çaprast Kaidesi" başlığı altında ticari matematiğe dair bir konuyu ele alırken; Serkiz Nihad, "Muhasebede Usul-i Merkeziyet" makalesiyle muhasebe sistemleri üzerine teknik bir değerlendirme sunmaktadır. Bu çalışma, Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası örneği üzerinden, okulun eğitim müfredatının süreli yayıncılığa nasıl yansıdığını ve dönemin koşullarında ticaret eğitiminin neşriyata aktarılan yönüyle hangi konuların ön plana çıktığını tespit etmeyi hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Ticaret Mekteb-i Âlîsi, Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuâsı, Ticaret Eğitimi, Türkiye

AN OVERVIEW OF THE PUBLISHING ACTIVITIES OF TİCARET MEKTEBİ: AN EVALUATION OF TİCARET MEKTEB-İ ÂLÎSİ MECMUASI

ABSTRACT

The economic and social transformations characterizing the late Ottoman era inevitably reshaped the functions of educational institutions. In this context, the Higher School of Commerce (Ticaret Mekteb-i Âlîsi) operated with the dual objective of providing theoretical instruction and cultivating human capital tailored to the commercial realities of the period. This study examines the institution's publishing strategy and educational philosophy through the lens of the Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası (Journal of the Higher School of Commerce), published in November 1917 (Teşrinisani 1333). Published amidst the conditions of World War I and identified as a sole issue in library archives, the journal is organized under four primary headings: Law (Hukukiyat), Economics (İktisadiyat), Accounting (Hesabiyat), and Miscellaneous (Müteferriat). Although the cover indicates an intent for a periodical series, no subsequent issues have been traced in Turkish archives. Consequently, the study examines the content of this extant single issue. The section designated as Kısm-ı Evvel (Part One) is devoted to trade history and economics. Here, Ahmet Hulusi discusses the historical evolution of commerce in his article "A Glance at Trade History" (Tarih-i Ticarete Bir Atf-ı Nazar), while M. Zühtü evaluates speculative market dynamics -a critical contemporary issue of the era -in his piece titled "Ordinary Needs and Speculation Trade" (İhtiyâc-ı Âdî ve Spekülasyon Ticareti). The second section, designated as Kısm-ı Sânî (Part Two), contains technical and applied subjects related to commerce. In this section, Kirkor Kömürciyan addresses a subject within commercial mathematics under the title "The Chain Rule" (Çaprast Kaidesi), whereas Serkiz Nihad presents a technical evaluation of accounting systems in his article "The Centralization Method in Accounting" (Muhasebede Usul-i Merkeziyet). Ultimately, through the case of the Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, this study seeks to elucidate how the school's educational curriculum was reflected in its periodical publishing activities and to identify which aspects of commercial education were prioritized in print given the prevailing conditions of the era.

Keywords: Ticaret Mekteb-i Âlîsi, Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuâsı, Education of Commerce, Türkiye

1. GİRİŞ

Osmanlı İmparatorluğu'nun son döneminde yaşanan siyasi ve toplumsal dönüşümler, eğitim kurumlarının misyonlarını yeniden tanımlamalarını zorunlu kılmıştır. Bu kurumlardan biri olan Ticaret Mekteb-i Âlîsi, bürokratik yapının ötesinde, değişen iktisadi şartlara uyum sağlayabilecek nitelikli insan kaynağını yetiştirme gayretiyle ön plana çıkmaktadır. Okulun ders müfredatı ve eğitim programları üzerine literatürde yapılan çalışmalar, kurumun teorik eğitimi pratik hayatla buluşturma yönündeki eğilimini ortaya koymuştur (Özkul, 2017; Özkul, 2019). Bu çalışma ise, söz konusu eğitim gayretinin okul duvarlarını aşarak kamuoyuna ulaşma teşebbüsünü, Teşrinisani 1333 (Kasım 1917) tarihli Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Mecmuanın neşredildiği 1917 yılı, I. Dünya Savaşı koşullarının gündelik hayatı ve ekonomiyi derinden etkilediği bir dönemdir. Arşiv kayıtlarında ve kütüphane kataloglarında tek sayı olarak tespit edilebilen bu yayın, dönemin zorlu şartlarına rağmen eğitimin sürekliliğine verilen önemi göstermesi açısından kayda değerdir.

Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası'nın yayımlandığı dönem, Osmanlı basın ve yayın hayatı açısından niceliksel ve niteliksel bir dönüşüm evresine işaret etmektedir. II. Meşrutiyet'in ilanıyla birlikte ortaya çıkan görece özgürlük ortamı, basında büyük bir hareketliliğe yol açmış ve bu dönemde iktisat, ziraat, sanayi ve eğitim gibi spesifik alanlarda uzmanlaşmış dergilerin sayısında artış görülmüştür (Demir, 2016, s. 97). Ancak 1914 yılında başlayan I. Dünya Savaşı ve İttihat ve Terakki iktidarının politikaları, basındaki bu çeşitliliği belirli bir ideolojik çerçeveye oturtmuştur. Özellikle savaş yıllarında (1914-1918), liberal iktisat politikalarının yerini korumacı ve devletçi bir anlayış olan "Milli İktisat" politikasına bıraktığı görülmektedir (Demir, 2016, s. 90). Bu dönemde yayımlanan İktisadiyat Mecmuası ve Ticaret-i Umumiye Mecmuası gibi yayınlar, yabancı sermayeye karşı yerli sermayenin oluşturulması ve bir Türk burjuvazisinin oluşturulması fikrini savunmuştur (Demir, 2016, s. 90). Ticaret Mekteb-i Âlîsi'nin yayın organı olan bu mecmuanın da dönemin hâkim iktisadi paradigması olan "Milli İktisat" düşüncesinin bir uzantısı olarak, mektep sınırlarını aşarak toplumu iktisadi konularda bilinçlendirme misyonunu üstlendiği anlaşılmaktadır (Özkul, 2017, s. 31).

Mektebin kurumsal dönüşümü, mecmuanın çıkış amacını anlamlandırmak adına kritik bir bağlam sunmaktadır. Kuruluşundan itibaren Türk ve Müslüman halkın "devlet kapısında memur olma" arzusunu kırarak onları ticarete yönlendirmekte zorlanan mektep, II. Meşrutiyet döneminde daha dinamik bir yapıya kavuşmuştur (Özkul, 2016, s. 328). Dönemin aydınları, Batı'nın iktisadi üstünlüğünün arkasında "teşebbüs-i şahsi" (kişisel girişim) ve çalışma disiplini (sa'y u amel) olduğunu vurgulayarak, bu zihniyetin Osmanlı toplumuna aşılanması gerektiğini savunmuşlardır (Demir, 2018, s. 124). Bu bağlamda, 1916 yılındaki müfredat reformu ile

Ticaret Mektebi; bankacılık, sanayi ve şehbenderlik (konsolosluk) gibi ihtisas şubelerine ayrılarak, sadece teorik bilgi veren bir kurumdan, "ticaret erbabı" yetiştiren uygulamalı bir yükseköğretim kurumuna dönüşmeyi hedeflemiştir (Özkul, 2017, s. 20-21). 1917 yılında yayımlanan mecmua, bu kurumsal reformun bir parçası olarak, mektepte üretilen ticaret bilgisini ve ticaret şuurunu (Özkul, 2016, s. 326) daha geniş kitlelere yayma çabasının somut bir tezahürüdür.

Dönemin eğitim atmosferi incelendiğinde, savaşın getirdiği mali imkânsızlıklara rağmen eğitimin bir kurtuluş reçetesi olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Sâtı' Bey'in "Mektepler milletlerin mâzisini aks, hâlini temsil, âtîsini ihzâr eder." şeklinde formüle ettiği eğitim tasavvuruyla örtüşen bir biçimde dönemin eğitimcilerinin, savaş şartlarına ve ekonomik zorluklara rağmen eğitimde niteliği artırma arayışını sürdürdükleri görülmektedir (Ünişen ve Celkan, 2017, s. 262). Nitekim 1917 yılında, Ticaret Mektebi'ne benzer şekilde, Halkalı Ziraat Mekteb-i Âlîsi hocaları tarafından da ziraat sektörünü geliştirmek amacıyla bir mecmua yayımlandığı bilinmektedir (Demir, 2016, s. 99). Bu durum, söz konusu dönemde yükseköğretim kurumlarının akademik bilgiyi toplumsal kalkınma hedefiyle ilişkilendiren ortak bir yönelim sergilediklerini göstermektedir. Ancak, savaşın getirdiği kâğıt sıkıntısı, ekonomik darboğaz ve siyasi belirsizlikler, bu tür yayınların uzun soluklu olmasını engellemiştir. Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası'nın tek sayı olarak kalması, muhtemelen bu zorlu dönemin maddi ve lojistik kısıtlamalarıyla açıklanabilir.

Bu çalışma, şimdiye kadar yapılan araştırmalarda (Fındıkoğlu, 1946; Özkul, 2017) varlığına değinilen ancak içeriği kapsamlı bir şekilde analiz edilmeyen bu mecmuayı merkeze alarak, Osmanlı'nın son dönemindeki ticaret eğitimi ve iktisadi bilinçlenme çabalarına ışık tutmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda söz konusu mecmuanın, sadece bir okul yayını olmasının ötesinde, imparatorluğun son döneminde iktisadi bağımsızlık arayışı ve ticaret eğitiminin yaygınlaştırılması bağlamında *usûl-i ticaret* anlayışından *ihtisâs-ı ticaret* anlayışına geçişi (Özkul, 2017, s. 33) gösteren bir belge niteliğinde olduğu ifade edilebilir.

2. TİCARET MEKTEB-İ ÂLÎSİ MECMUASI

Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, Teşrinisani 1333 (Kasım 1917) tarihinde, İstanbul'da Matbaa-i Âmire'de basılarak yayın hayatına girmiştir. 77 sayfadan oluşmakta ve kapağında "Sene: 1, Sayı: 1" ibaresi bulunmaktadır. Mecmuanın kapağında yayın periyodu "İki ayda bir neşrolunur." şeklinde beyan edilmiş olmasına rağmen, yapılan arşiv taramalarında ve kütüphane kataloglarında mecmuanın birinci sayısından sonraki nüshalarına tesadüf edilememiştir. Bu durum, I. Dünya Savaşı'nın son yıllarındaki kâğıt buhranı ve ekonomik

güçlükler göz önüne alındığında; mecmuanın, hedeflenen periyodu sürdüremediği ve tek sayı olarak kaldığı ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

2.1. Müellifler ve Konular

Mecmua, kapağında belirtildiği üzere yayın politikasını; Hukûkiyât, İktisâdiyât, Hesâbiyât ve Müteferriât olmak üzere dört konu üzerine inşa etmiştir. Mecmuanın içeriği iki kısımda tasnif edilmiştir. Kısm-ı Evvelde (Birinci Kısım) ticaret tarihi ve iktisadi teoriye odaklanılmıştır. Ahmet Hulusi, "Tarih-i Ticarete Bir Atf-ı Nazar" başlıklı yazısıyla ticaretin tarihsel gelişimini ele alırken; M. Zühtü, "İhtiyâc-ı Âdî ve Spekülasyon Ticareti" başlıklı makalesiyle dönemin güncel sorunu olan spekülatif piyasa hareketlerini ve ahlaki ticaret kavramını irdelemiştir. Kısm-ı Sânîde (İkinci Kısım) ise daha teknik ve uygulamalı konulara ayrılmıştır. Kirkor Kömürciyan, "Çaprast Kaidesi" başlığı altında ticari matematikte kullanılan hesaplama yöntemlerini incelerken; Serkiz Nihad, "Muhasebede Usûl-i Merkeziyet" makalesiyle muhasebe sistemleri üzerine teknik bir analiz sunmuştur. Ticaret Mekteb-i Âlîsi bünyesindeki muallim ve mezunlardan oluştuğu anlaşılan bu yazar kadrosu, okulun "çok kültürlü" (Müslim ve Gayrimüslim tebaanın bir arada akademik telif eser vermesi) yapısını yansıtması açısından da dikkate değerdir.

2.2. Mecmuanın Takdim Yazısı Üzerine Notlar

Mecmuanın girişinde Heyet-i Tahririye tarafından kaleme alınan "Maksat ve Mesleğe Dair Birkaç Söz" başlıklı takdim yazısı, kurumun eğitim vizyonunu yansıtan stratejik bir metindir. Yazıda iktisat, "dünya işlerini düzenleyen güç" olarak nitelendirilmiş; bu yolla öğrencilere salt teknik bilgi değil, devlet ve toplumun geleceği için iktisadi bir şuur kazandırılması hedeflenmiştir. Metinde kapitülasyonların kaldırılmasına yapılan atıf, Osmanlı tebaasını "bağımsız iktisadi girişimlere" yönlendirme ve yerli girişimciliği destekleme arzusunu açıkça ortaya koyar. Mecmuanın yayın hayatına başlamasının temel gerekçesi ise "bilginin toplumsallaştırılması" ilkesi olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda, mecmua vasıtasıyla İstanbul'da ticarete ve iktisadiyata dair oluşan akademik birikimin, yazılı hale getirilerek taşradaki müteşebbislerle paylaşılması ve ticaret eğitiminin memleket sathına yayılmasının amaçlandığı belirtilebilir (Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, 1917, s. 1-2).

2.3. Mecmuada Yer Alan Yazılar

Ahmet Hulusi tarafından kaleme alınan "Tarih-i Ticarete Bir Atf-ı Nazar" başlıklı ilk yazı, ticaret olgusunu medeniyet tarihinin temel dinamiklerinden biri olarak ele almakta ve kökenlerini insan topluluklarının ilk oluşumuna kadar dayandırmaktadır. Müellif, iktisadi evrimi Karl Bücher'in (1847-1930) tasnifine atıfla "kapalı aile iktisadı", "şehir iktisadı" ve "milli iktisat" aşamaları üzerinden analiz ederken; bu sürece 19. yüzyılın teknolojik devrimleri

(buhar, elektrik, telgraf) ile şekillenen "beynelmilel ticaret" dönemini eklemektedir. Metinde, yazılı tarih öncesi dönemdeki hammadde transferleri, ticaretin varlığına dair arkeolojik kanıtlar olarak sunulmaktadır. Ayrıca coğrafi koşulların (nehirler, vadiler ve denizler) yerleşim ve ticaret güzergahlarını nasıl belirlediği incelenerek, insanlığın avcı-toplayıcı ve savaşçı kimlikten, ihtiyaçların zorunlu kıldığı barışçıl mübadele ilişkilerine ve yerleşik şehir hayatına geçiş süreci sosyo-ekonomik bir perspektifle özetlenmektedir (Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, 1917, s. 3-9).

M. Zühtü'nün "İhtiyâc-ı Âdî ve Spekülasyon Ticareti" başlıklı yazısı, ticari faaliyetleri risk ve öngörü ekseninde analiz ederek milli iktisat perspektifiyle değerlendirmektedir. Yazar, günlük talebe dayalı garantici "ihtiyâc-ı âdi" ticaretinin aksine, spekülasyonu geleceği okuma ve piyasa dengelerini yönetme sanatı olarak tanımlar. Yazıda, spekülasyonun yalnızca bireysel kâr aracı olmadığı, aynı zamanda fiyat istikrarı sağlayarak üretim ve tüketim arasında hayati bir "düzenleyici" rol üstlendiği savunulur. Osmanlı ticari hayatında Türklerin genellikle küçük ve risksiz işlere sıkıştığını belirten yazar, büyük sermaye gerektiren bu alanın gayrimüslimlerin tekelinde olduğuna dikkat çeker. Yazının odak noktasında; iktisadi bağımsızlık için risk alabilen, piyasaya yön veren "milli bir spekülatör sınıfının" inşasının zorunlu olduğu fikri yer almaktadır (Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, 1917, s. 10-32).

Ticaret Mekteb-i Âlîsi'nde Hesab-ı Ticârî ve Mâlî ve Cebr-i Mâlî Muallimi Kirkor Kömürciyan tarafından kaleme alınan "Çaprast Kaidesi" başlıklı yazı, ticari aritmetikte zaman yönetimini optimize etmeyi hedefleyen ileri düzey bir zihinden çarpma tekniğini ele almaktadır. Müellif, klasik işlemlerin oluşturduğu zaman kaybına karşı, ara basamakları yazmadan doğrudan sonuca ulaşmayı sağlayan ve modern literatürde "çapraz çarpım" olarak bilinen yöntemi sistematik örneklerle tanıtır. Yazıda, bu tekniğin başarısı için zihinsel kelime sarfiyatının azaltılması, görsel hafızanın güçlendirilmesi ve işlemlerin belirli bir disiplinle yürütülmesi gerektiği analiz edilmektedir. Kirkor Kömürciyan, bu usulün ticari hayatta sürat ve intizamı artıracağını savunarak, yöntemin zorluğunun ancak pratik (meleke) kazanılarak aşılabileceğini ve bunun "Riyaziyat-ı Ticariye" eğitiminde kritik bir yer tuttuğunu vurgulamaktadır (Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, 1917, s. 33-43).

Ticaret Mekteb-i Âlîsi'nde Muhasebe Muallimi Serkiz Nihad'ın "Muhasebede Usûl-i Merkeziyet" başlıklı yazısı, büyüyen işletmelerde örgütsel verimliliği ve iç denetimi sağlamak adına "Merkeziyet Usûlü"nü teorik ve pratik boyutlarıyla incelemektedir. Müellif, klasik "tek yevmiye" usulünün artan iş hacmi karşısında yetersiz kaldığını savunarak, kayıtların "tahlil ve terkip" esasınca kurgulanmasını önerir. Bu sistemde işlemler önce niteliklerine göre (kasa, emtia, senetler) hususi defterlere işlenerek analiz edilir, ardından toplu hesaplar aracılığıyla

umumi defterlerde birleştirilerek sentezlenir. Serkiz Nihad, bu yöntemin hata denetimini kolaylaştırdığını ve iş bölümüne olanak tanıdığını vurgulayarak, büyük ölçekli müesseseler için bu sistematik yaklaşımın ve modern fiş usulünün kurumsal bir zorunluluk olduğunu belirtmektedir (Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, 1917, s. 44-77).

3. DEĞERLENDİRME

Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası, I. Dünya Savaşı'nın sınırlayıcı koşullarında, Osmanlı yükseköğretiminin kurumsal hedeflerini ve "Milli İktisat" düşüncesinin eğitime yansımalarını göstermesi bakımından önemli bir kaynaktır. Mecmuadaki çalışmalar bütüncül bir gözle incelendiğinde, kurumun teorik eğitimi aşarak piyasa gerçekleriyle uyumlu, uzmanlaşmaya dayalı bir ticaret eğitimi modelini benimsediği görülmektedir. Mecmuanın Kısm-ı Evvel bölümünde yer alan Ahmet Hulusi ve M. Zühtü'nün makalelerinin, ticaretin tarihsel gelişimi ve spekülasyonun piyasa üzerindeki işlevine dair olduğu görülmektedir. Kirkor Kömürciyan ve Serkiz Nihad'ın yazıları da muhasebe ve ticari matematik tekniklerinin iş hayatına aktarılmasını hedefleyen rasyonel bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu noktada müelliflerin yerli bir girişimci sınıfı, ticaret bilgisi ve tekniklerine dair geliştirme gayreti içerisinde oldukları çıkarımında bulunulabilir. Yazar kadrosundaki Müslim ve Gayrimüslim çeşitliliği ise kurumun liyakat ve uzmanlık temelli akademik yapısını koruduğuna işaret etmektedir. Tek sayı olarak yayımlanabilmiş olsa da bu mecmua, Osmanlı İmparatorluğu'nun son döneminde ticaret eğitiminin toplumsal kalkınma için temel bir araç olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Demir, K. (2016). Osmanlı'da dergiciliğin doğuşu ve gelişimi (1849-1923). *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (9), 71-112.

Demir, K. (2018). Osmanlı basınında sa'y u amel tartışmaları. *Erciyes İletişim Dergisi*, *5*(3), 124-140.

Fındıkoğlu, Z. F. 1946. Türkiye'de iktisat tedrisatı tarihçesi ve İktisat Fakültesi teşkilatı. İsmail Akgün Matbaası, İstanbul.

Özkul, A. S. (2016). Servet-i Fünûn Mecmuası'nda yayımlanan Ticaret Mektebi yazıları üzerine bir değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *25*, 323-338.

Özkul, A. S. (2017). Ticaret Mektebinde verilen eğitim üzerine bir inceleme: "Usûl-i Ticaret Dönemi" (1883-1916). *Yönetim ve Organizasyon Araştırmaları Dergisi*, *2*(2), 5-42.

Özkul, A. S. (2019). Türk Yükseköğretimindeki ilk işletmecilik okulunda verilen eğitimin teorik ve pratik boyutları: 1916 tarihli müfredat programı bağlamında bir inceleme. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, *7*(18), 107-122.

Ticaret Mekteb-i Âlîsi Mecmuası (1917). Sene: 1, Sayı: 1, Matbaa-i Amire, İstanbul.

Ünişen, A., & Celkan, H. Y. (2017). II. Meşrutiyet döneminde İstanbul'da yayımlanan başlıca mecmualardaki eğitim bilimleri ile ilgili makalelerin değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *9*(25), 259-305.

ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİNDE PERSONEL YÖNETİMİ PRATİKLERİ: ŞARK DEMİRYOLLARI NİZAMNAMESİ ÖRNEĞİ

Arş. Gör. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Human Resources Management, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-0159-9599

ÖZET

Bu çalışma, Erken Cumhuriyet dönemi personel yönetimi pratiklerini, Şark Demiryolları İşletmesi'ne ait 1927 tarihli *Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi* başlıklı nizamnameyi incelemeyi amaçlamaktadır. Söz konusu nizamnamenin, dönemin istihdam politikalarını ve bürokratik yapılanmasını detaylandıran bir belge olduğu söylenebilir.

Şark Demiryolları Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi'nde, işletme personelini statülerine göre ekâbir, komisyone, klase, en régie ile stajyer ve muvakkat olmak üzere hiyerarşik bir tasnife tabi tutulmuştur. Nizamname; vatandaşlık, askerlik ve sağlık gibi işe alım ön koşullarından terfi mekanizmalarına; disiplin süreçlerinden hastalık, lojman, hüsn-ü hizmet ikramiyesi ve ücretsiz seyahat gibi sosyal haklara kadar çalışma hayatını düzenleyen idari ve hukuki süreçleri kayıt altına almaktadır. Personel yönetimi perspektifi bağlamında, nizamnamenin kurgusunun temel olarak üç ana başlık üzerinde şekillendiği söylenebilir. Bu doğrultuda ilk başlığın, rasyonel işe alım kriterleri ve liyakat esaslı süreçleri kapsayan istihdam ve kariyer yönetimi olduğu düşünülebilir. İkinci başlık, lojman ve tedavi gibi imkânlarla kurumsal bağlılığı hedefleyen ücret ve yan haklar yönetimi olarak değerlendirilebilir. Üçüncü başlığın ise hizmet standartlarını korumaya odaklanan bir denetim ve disiplin mekanizması niteliği taşıdığı ifade edilebilir.

Çalışmada nizamnamenin işgücünü idari ve ekonomik araçlarla denetleyen bir yaklaşım sunduğu görülmüştür. Bununla birlikte stajyerlik sistemi, katı disiplin kuralları ve sosyal güvence ile sağlanan çalışan sadakati gibi uygulamalara dair izler barındıran bir belge olduğu görülmüş olup alan yazına bu bağlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Personel Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi, Erken Cumhuriyet Dönemi, Şark Demiryolları

PERSONNEL MANAGEMENT PRACTICES IN THE EARLY REPUBLICAN ERA: THE CASE OF THE ORIENTAL RAILWAYS REGULATION

ABSTRACT

This study aims to examine personnel management practices during the Early Republican Period by analyzing the 1927 *Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi of the Oriental Railways Company*. It can be posited that the regulation in question serves as a document detailing the employment policies and bureaucratic structure of the era.

Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi of the Oriental Railways Company classifies operating personnel into a hierarchy according to their status, comprising ekâbir, komisyone, klase, en régie, trainees, and temporary staff. The Regulation records administrative and legal processes governing working life, ranging from recruitment prerequisites such as citizenship, military service, and health to promotion mechanisms, and from disciplinary procedures to social rights including sick leave, housing, good service bonuses, and free travel. From a personnel management perspective, it can be posited that the structure of the regulation is shaped around three main pillars. Accordingly, the first pillar is conceived as employment and career management, encompassing rational recruitment criteria and merit-based processes. The second pillar is evaluated as compensation and fringe benefits management, aiming for organizational commitment through facilities such as housing and medical treatment. The third pillar is identified as an inspection and disciplinary mechanism focused on maintaining service standards.

The study demonstrates that the regulation presents a model in which the workforce is governed through administrative and economic instruments. Moreover, the document contains clear indications of practices such as the apprenticeship system, strict disciplinary rules, and employee loyalty fostered through social security arrangements, suggesting that it offers a meaningful contribution to the relevant literature in this respect.

Keywords: Personnel Management, Human Resources Management, Early Republican Period, Eastern Railways

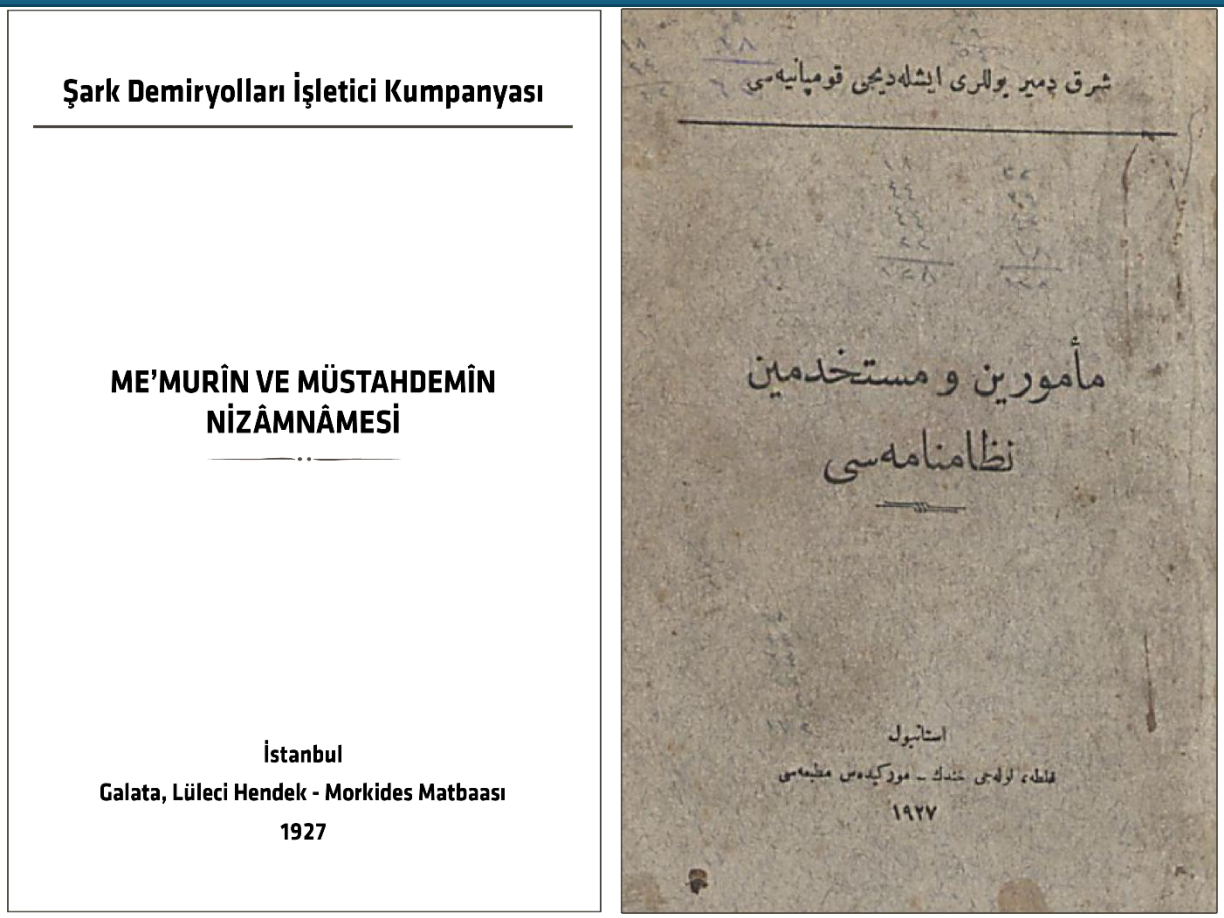
1. GİRİŞ

Nizamnameler, modern toplum düzeninde öne çıkan liyakat ve kariyer ilkelerinin uygulanabilmesi amacıyla, kamu personelinin başarı ve davranışlarının ölçülmesi ve kayıt altına alınmasına yönelik sistemleştirme çabalarının ilk ayrıntılı örneklerini oluşturmaktadır (Karakaya, 2023, s. 359). Bu tür düzenlemelerin de yönetim süreçlerindeki keyfi uygulamaların yerini yazılı ve standart kurallara bırakmasında ve kurumların belirli bir düzen içinde işleyişine

zemin hazırlamasında önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Bu noktada öncelikle idari alanda rasyonelleşmenin (Keskin-Ertürk, 2006, s. 19) izlerini bu belgeler üzerinden takip etmek mümkün olduğu ifade edilebilir. Örneğin Karakaya (2023) tarafından incelenen 1914 Tarihli Sicil-i Ahval-ı Memurin Nizamnamesi, Osmanlı-Türk idare tarihinde liyakat ve kariyer ilkelerinin uygulanması amacıyla oluşturulan modern memuriyet rejiminin ilk işaretlerini sunmakta ve Cumhuriyet döneminde kurulan sicil düzeni için kaynak teşkil eden hükümleri barındırmaktadır. İşletmecilik tarihi bağlamında da Topal vd. (2012) tarafından ele alınan Hereke Fabrikası Nizamnamesi, Tanzimat döneminde fabrikanın tamamen batılı usullerle kurulup işletildiğini, direktör, fatura ve poliçe gibi modern yönetim kavramlarını içerdiğini ve batılı anlamdaki işletmecilik uygulamalarının formal eğitimden daha önce başladığını göstererek Türk işletmecilik tarihi açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Verilen bilgiler bağlamında çalışmada; Şark Demiryolları İşletmesi'nin 1927 tarihli "*Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi*", Erken Cumhuriyet dönemi personel yönetimi ve işletmenin işleyiş pratiklerine yönelik bir örnek olarak değerlendirilmiştir.

2. ŞARK DEMİRYOLLARI NİZAMNAMESİ

Şark Demiryolları İşletici Kumpanyası Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi; ön sayfalar ve ilgili bölümler dâhil olmak üzere toplam 46 sayfadır. 1927 yılında İstanbul'da Morkides Matbaası tarafından basılan eser, Osmanlı Türkçesi'yle yazılmıştır. Fiziksel özellikleri ve yayın tarihi itibarıyla nadir eser niteliği taşımakta ve Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda yer almaktadır. Nizamname; kütüphane kayıtlarına göre 16.04.2009 tarihinde dâhil edilmiştir. Koleksiyon içerisinde 0102157 demirbaş numarasıyla yer almaktadır. Sınıflama yer bilgisi ise 9012/SÖ 1927 k.1 olarak kayıtlıdır. Aşağıda nizamnamenin iç/dış kapak sayfası ve kapak sayfasının transkripsiyonuna yer verilmiştir (bkz. Resim 1).



Resim 1. Şark Demiryolları İşletici Kumpanyası Me'murîn ve Müstahdemîn Nizâmnâmesi Dış Kapak Sayfası

Şark Demiryolları Nizamnamesi; ön sayfalar ve ilgili bölümler dâhil olmak üzere toplam 46 sayfadır. 1927 yılında İstanbul'da Morkides Matbaası tarafından basılan eser, Osmanlı Türkçesi'yle yazılmıştır. Fiziksel özellikleri ve yayın tarihi itibarıyla nadir eser niteliği taşımakta ve Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda yer almaktadır. Nizamname; kütüphane kayıtlarına göre 16.04.2009 tarihinde dâhil edilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda incelenen nizamname, metnin transkripsiyonuna bağlı kalınarak üç başlık altında değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, ilk olarak personelin tasnifi ile işe alım ve kariyer ilerleme süreçlerini düzenleyen; istihdam kriterleri, ikinci olarak ücret yönetimi, barınma, sağlık ve sosyal güvence uygulamalarını içeren; mali ve sosyal haklar, son olarak ise işletminin işleyişi güvence altına alan; denetim, disiplin ve cezai müeyyidelere ilişkin hükümler ele alınmıştır.

1.1. Personel Tasnifi ve İstihdam Kriterleri

Nizamnamede, işletme personeli statülerine göre sınırlarla ayrılmıştır. Çalışanlar temel olarak muayyen ve sabit kadro ile kadro harici olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Sabit kadro; yöneticileri kapsayan *ekâbir*, meclis-i idarece onaylı, maaş ve ihbar süresini belirlenmiş memur

olan *komisyone*, daha alt kademedeki *klasê* ve *en régie* (maaşlı ya da yevmiyeli çalışan) çalışanlardan oluşmaktadır. Kadro harici grup ise gelecekte kadroya alınmak üzere yetiştirilen stajyerler ve geçici işlerde çalıştırılan muvakkat personeli kapsamaktadır. Bunlarla birlikte adayların Türk teb'asından olması, en az 18 ve en çok 35 yaşında bulunması, askerlik hizmetini tamamlamış olması ve işletme doktorlarınca sağlık durumunun onaylanması zorunlu tutulmuştur. Ayrıca mesleki bilgi ve liyakatin, ilgili şube tarafından yapılacak bir imtihanla kanıtlanması gerekmektedir. Bu kapsamda sabit kadroya kabul edilme koşullarının dönemin istihdam politikasındaki milliyetçilik ve liyakate verilen önemi yansıttığı söylenebilir.

Bunların yanı sıra çalışanların kariyer aşamaları/ilerlemeleri ve ücret artışları birtakım kurallara bağlanmıştır. Örneğin; işletmede prensip olarak her iki yılda bir, hizmetinden memnun olunan personelin maaşına asgari oranda zam yapılması öngörülmüştür. Ayrıca üstün başarı gösterenler için bu süre beklenmeksizin terfi imkânı sunulmaktadır. Fakat performansı yetersiz görülen çalışanların zamları durdurulabilmekte veya ertelenebilmektedir. Üst kademe görevlere geçiş için ise yapılacak sınavdan elde edilecek başarı ve belirli bir süre tecrübe stajı yapma şartı getirilerek, terfilerin kıdem ve liyakat esasına dayandırılması hedeflenmiştir.

1. 2. Ücret Yönetimi ve Sosyal Haklar

Nizamnamede, çalışanların işletmeye olan bağlılıklarını artırmak amacıyla maaş ve yevmiyenin yanı sıra işletme içerisinde refah uygulamaları oluşturulmuştur. Bu sistemin en önemli bileşenlerinden biri barınma hakkıdır. İşletme binalarında veya yakınında ikamet etmesi zorunlu olan personele ücretsiz lojman tahsis edilmektedir. Lojman imkânı sağlanamayan durumlarda ise çalışana maaşının %10'u oranında kira tazminatı ödenmektedir.

Sağlık güvencesi, çalışanın ailesini de kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Memurların kendileri, eşleri, çocukları ve birlikte yaşadıkları ebeveynleri, işletme doktorları tarafından ücretsiz tedavi edilmekte ve ilaçları karşılanmaktadır. Hastalık durumunda maaş ödemeleri statüye göre farklılaşmaktadır. *Komisyone* olarak adlandırılan memurlara hastalık süresince 3 aya kadar tam maaş ödenirken, bu süre iş kazası durumunda 6 aya kadar çıkabilmektedir. *Klasê* memurlar için ise tam maaşlı hastalık izni 1 ay ile sınırlandırılmıştır. Yine bu kademe memurlar için iş kazası/yaralanma durumu varsa ve kendi hatasından kaynaklanmıyorsa, normalde 1 ay olan tam maaşlı izin süresi 3 aya çıkarılmaktadır. Bunlarla birlikte *Teavün Sandığı* uygulaması ile çalışanların maaşlarından yapılan kesintiler ve işletmenin katkısıyla bir fon oluşturulmaktadır. Bu birikim, işten ayrılma durumunda ilgili çalışana ihtiyat akçesi olarak geri ödenmektedir. En az 10 yıl hizmeti bulunan ve vefat eden çalışanların ailelerine hüsn-ü hizmet ikramiyesi verilmesi ve çalışanlara ücretsiz seyahat ile erzak taşıma hakkı tanınması, işletmenin sağladığı diğer önemli sosyal güvencelerdir.

1. 3. Denetim, Disiplin ve Cezai Müeyyideler

İşletmede işleyişin sürekliliği, nizamnamede değinilen katı bir disiplin ve denetim mekanizması ile güvence altına alınmıştır. Disiplin cezaları hafiften ağıra doğru; tenbih, ihtar, tekdir, tevbih, maaş kesintisi, geçici işten el çektirme, tenzil-i rütbe ve azil şeklinde sıralanmıştır. Cezaların uygulanması ise bürokratik bir sürece tabidir. Verilen her ceza, koçanlı bir karne üzerinden koparılan ceza varakası ile memura tebliğ edilmekte ve memurun sicil dosyasına işlenmektedir. Bu sicil kayıtları, terfi ve ödüllendirme süreçlerinde belirleyici bir kriter olarak kullanılmaktadır. Disiplin suçları; iş hataları ve işletmeye olan sadakati zedeleyen davranışları da kapsamaktadır. Örneğin, amirlerinden izinsiz görev yerini terk etmek, işletme sırlarını ifşa etmek veya asılsız şikayetlerde bulunmak doğrudan işten çıkarma sebebi sayılabilmektedir. Bunların yanı sıra, çalışanların ahlaki tutumları da denetim altındadır. Memurların "*ahlak hususunda son derece itinakâr*" olmaları, hediye ve bahşiş kabul etmemeleri ve izinsiz ticaret yapmamaları kurallara bağlanmıştır. Hatta bir memurun maaşına haciz gelmesi ve bu haczi üç ay içinde kaldıramaması durumunda işine son verilebileceği de belirtilmiştir.

4. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Şark Demiryolları İşletmesi'nin 1927 tarihli Nizamnamesi personel yönetimi anlayışı bağlamında incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle işletmeye ait personel yönetiminin standartlaştırılmış yazılı kurallara dayandırıldığı ve keyfi uygulamaları sınırlayan bir yapı inşa ettiği belirtilebilir. Aynı zamanda bu yapının işgücünün teknik yeterliliğini ölçen sınav ve staj mekanizmaları ile çalışanın işletmeye bağlılığını sağlayan sosyal haklar sisteminin entegrasyonu üzerine kurulu olduğu ifade edilebilir.

Nizamnamede, çalışanlara sunulan sosyal haklar (örn. lojman, sağlık, teavün sandığı), bir destek olmaktan ziyade, işletme sürekliliğini teminat altına alan idari araçlar olarak işlev değerlendirilmiştir. Örneğin çalışanlardan her ay maaş kesintisi yapılarak toplanan aidatlar karşılığında; sağlık hizmetlerinin çalışanın eşini, çocuklarını, ebeveynlerini ve hatta hizmetçilerini kapsaması ve ikametgâh tahsisinin aile kullanımına açık olması, işletmenin işgücünü hane halkı ile birlikte yönetim kapsamına dahil ettiğini göstermektedir. Bu durumun, çalışanların hastalık veya barınma gibi temel yaşamsal kaygılarını işletme bünyesinde çözülerek, işgücü devrini azaltmaya ve kurumsal hafızayı korumaya yönelik rasyonel bir tercih olduğu söylenebilir. Ancak işletmenin sağladığı bu güvence sistemi, kurulan denetim mekanizması ile daha dengeli bir hale getirilmeye çalışılmıştır. Çünkü nizamnamede, memurların sadece mesai saatleri içindeki performanslarıyla birlikte özel hayatlarındaki mali ve ahlaki tutumlarını da denetim altında tutulduğu görülmektedir. Nitekim bir memurun maaşına haciz gelmesi ve bu durumun üç ay içinde çözülememesi halinde iş akdinin

feshedilebilmesi, finansal disiplinin dahi bir istihdam koşulu sayıldığını göstermektedir. Bu duruma benzer şekilde, hizmet binalarında oturanların temizlik standartlarına uymaması veya izinsiz tadilat yapması gibi eylemlerin disiplin cezasına konu edilmesi, kurumsal mülkiyetin korunması adına özel alanın sınırlandırıldığına dikkat çekmektedir. Ayrıca hüsn-ü hizmet ikramiyesi gibi işletme uygulamaları, emeklilik veya ölüm halinde yapılacak ödemeleri belirli bir hizmet süresine ve iyi hizmet şartına bağlamaktadır. Bu sayede sadakat ve disiplin uzun vadeli bir mali hak edişe dönüştürülmüştür. İşletme içindeki suistimallerin ihbar edilmesinin memurlar için bir yükümlülük haline getirilmesi ve buna uymayanların/susanların suça ortak sayılması, otokontrolü sağlayan bir denetim anlayışının varlığına işaret etmektedir.

Bu çalışmada incelenen nizamnamede; işe giriş koşulları, terfi süreçleri ve görev tanımları ile modern ve liyakat esaslı bir yapının ilgili işletmede bulunduğunu göstermektedir. İşletmenin sunduğu sosyal haklar ve talep ettiği disiplin ile de geleneksel bir örgütsel aidiyet anlayışı oluşturduğu söylenebilir. Netice itibariyle yönetim açısından işletme yapısının ve çalışanın refahını işletme kurallarına uyum şartına bağlayan personel yönetimi anlayışının bir örneği olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Karakaya, O. (2023). 1914 tarihli Sicil-i Ahval-ı Memurin Nizamnamesinin incelenmesi. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, *9*(2-1), 358-369.

Keskin, N. E. (2006). Türkiye'de kamu yönetimi disiplininin 'köken' sorunu. *Amme İdaresi Dergisi*, *39*(2), 1-28.,

Topal, M., Erdemir, E., & Kırlı, E. (2012). Tanzimat Dönemi sanayileşme hareketinin Türkiye'de işletmecilik anlayışının oluşumuna etkileri: Hereke Fabrikası ve nizamnamesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *25*, 37-64.

BİR MESLEK ÖĞRETİSİ KİTABINDA İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ İZLERİNİ SÜRMEK: TA'LİMNÂME-İ HARÎR ADLI ESER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Arş. Gör. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Human Resources Management, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-0159-9599

ÖZET

Bu çalışmada Agop Gırcikyan (Hagop Grjigian - Agop Hoca) tarafından kaleme alınan, yayımlandığı dönem bağlamında bir ziraat ve imalat rehberi niteliği taşıyan *Ta'limnâme-i Harîr* isimli eser, insan kaynakları yönetimi açısından incelenmiştir. Eserin amacının ise, ipek üretimini kişisel tecrübelere dayalı bir zanaat olmaktan çıkarıp, yazılı kurallara bağlı sistematik bir sınai faaliyete dönüştürmek olduğu belirtilebilir.

Ta'limnâme-i Harîr, ilk olarak 1853'te taşbaskı olarak yayımlanmıştır. Fakat bu çalışmada 1867 tarihli Matbaa-i Âmire baskısı değerlendirmeye esas alınmıştır. Söz konusu eser; ön sayfalar, fihrist ve ekler dahil olmak üzere 128 sayfadan oluşmaktadır. Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde eserde; ipek üretimi kapsamında iş analizi, görev tanımları ve süreç yönetimi gibi insan kaynakları uygulamalarına karşılık gelen anlatımlar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra görevleri kimin/kimlerin icra edeceği, görevlerin nasıl uygulanacağı ve icrası esnasında hangi aşamaların izleneceği ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Örneğin bu noktada eserin içeriğinde; üretimi yapan *amele* ile denetimden sorumlu *nâzır*ın görevleri birbirinden ayrılmıştır. İş süreçleri ise çalışanların inisiyatifine bırakılmamıştır. Ayrıca teknik kuralların yanı sıra ahlaki kriterler de konulmuştur. Bunlarla birlikte iş akışı da doğrusal bir süreç olarak tasarlanmıştır. İpek kozasının niteliklerine göre ayrıştırılmasıyla başlayan iş sürecinin anlatımı, işçinin tanımlı el hareketlerinin ele alınmasıyla devam etmektedir. Söz konusu süreç; elde edilen ürünün kalite sınıflarına göre tasnif edilmesi ve nâzırın denetiminden geçmesiyle tamamlanmaktadır.

Çalışmada *Ta'limnâme-i Harîr*'in ipekböcekçiliği için teknik bir iş/meslek/zanaat rehberi olmasının yanı sıra iş disiplini, performans standartları ve personel eğitimi gibi günümüz insan kaynakları yönetimi uygulamalarına dair izler barındıran bir el kitabı olduğu görülmüş olup alan yazına bu bağlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: İnsan Kaynakları Yönetimi, Meslek Öğretisi, İpekböcekçiliği Talimnamesi, Ta'limnâme-i Harîr

TRACING HUMAN RESOURCES MANAGEMENT IN A VOCATIONAL TREATISE: AN EVALUATION OF TALİMNÂME-İ HARİR

ABSTRACT

This study examines *Ta'limnâme-i Harîr* -authored by Hagop Grjigian and historically characterized as an agricultural and manufacturing guide- from the perspective of human resources management. It can be stated that the primary objective of the work was to transform silk production from an artisanal craft reliant on personal experience into a systematic industrial activity governed by written protocols.

Although originally released as a lithograph in 1853, this analysis relies on the definitive 1867 edition printed at the Matbaa-i Âmire, a volume comprising 128 pages including front matter, indices, and appendices. The examination reveals that the text contains descriptions corresponding to modern human resources management practices, such as job analysis, role definitions, and process management within the scope of silk production. Furthermore, the text comprehensively details who executes specific tasks, how they are to be applied, and what stages must be followed during execution. For instance, the duties of the laborer (amele) engaged in production are clearly delineated from those of the supervisor (nâzır) responsible for oversight. Work processes are not left to the employee's discretion; instead, ethical criteria are established alongside technical rules. Moreover, the workflow is designed as a linear process: it begins with the sorting of cocoons based on their attributes, proceeds through the worker's defined manual movements, and concludes with the classification of the finished product according to quality, subject to final inspection by the supervisor.

Consequently, this study observes that *Ta'limnâme-i Harîr* transcends its function as a mere technical guide for sericulture. It is identified as a handbook bearing distinct traces of modern human resoruces management practices -such as labor discipline, performance standards, and personnel training- and is thus expected to contribute to the relevant literature in this context.

Keywords: Human Resources Management, Vocational Education, Sericulture Manual, Ta'limnâme-i Harîr

1. GİRİŞ

İpekböcekçiliği, tarihsel süreçte devletlerin iktisadi faaliyetlerinde önemli bir sektör olarak yer almış ve kökleri M.Ö. 2600 yıllarına kadar uzanan küresel bir üretim geleneğini temsil etmektedir (İnginar-Kemaloğlu, 2023, s. 85-86; Yılmaz, 2019, s. 60-61). Çin saraylarında başlayan bu üretim serüveni, Bizans İmparatoru Jüstinyen döneminde rahiplerin bastonları içlerini delerek kaçırdıkları ipek tohumları vasıtasıyla İstanbul'a (Konstantinopolis) taşınmıştır. (Torkomyan, 1910, s. 15-16). Osmanlı Devleti'nde ise ipek, özellikle 16. ve 17. yüzyıllarda

gümüşe alternatif bir değer olarak görülmüş ve iktisadi literatürde "beyaz altın" olarak nitelendirilmiştir (Kıvrım ve Elmacı, 2011, s. 715). Uzun yıllar boyunca geleneksel yöntemlerle sürdürülen Osmanlı ipekçiliği, 19. yüzyılda küresel gelişmeler ve biyolojik tehditlerle yüzleşmek zorunda kalmıştır. Özellikle yüzyılın ikinci yarısında Fransa'dan yayılan karataban hastalığının sektörü tehdit etmesi, Marmara Bölgesi'ndeki üretimi olumsuz yönde etkilemiştir. (Albayrak, 2018; Yılmaz, 2019, s. 70; İnginar-Kemaloğlu, 2023, s. 87). Bu ortam, ipek üretiminin sadece bir zanaat olarak sürdürülemeyeceğini, bilimsel yöntemlerle ve yazılı kurallarla disipline edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Nitekim krizin aşılması için daha sonra Düyûn-ı Umûmiyye İdaresi'nin girişimleriyle 1888'de Bursa'da Harîr Dârütta'limi'nin (İpekçilik Mektebi) kurulması ve Kevork Torkomyan Efendi'nin modern eğitim yöntemlerini getirmesi, bu kurumsallaşma çabasının en somut örneklerindendir (İnginar-Kemaloğlu, 2023, s. 84; Albayrak, 2018, s. 109). Bu bağlamda Agop Gırcikyan (Agop Hoca) tarafından kaleme alınan Ta'limnâme-i Harîr adlı eser, dönemin ipekçiliğe yönelik birikimini kayıt altına almasının yanı sıra, üretim sürecini sistematik bir yönetim anlayışıyla ele alması bakımından dikkat çekicidir. Bu çalışma, söz konusu eser bağlamında; ipekböcekçiliğinin teknik yönünden ziyade, iş analizi, görev tanımları, süreç yönetimi ve iş ahlakı gibi günümüz insan kaynakları yönetimi disiplinine karşılık gelen uygulamalarını tarihsel bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

2. AGOP GIRCİKYAN

Agop Gırcikyan, 19. yüzyıl Osmanlı bürokrasisinde gayr-ı müslimlerin yükselişini simgeleyen, Tanzimat dönemi modernleşmesinin vizyoner aktörlerinden biridir (Ueno, 2018, s. 57, 73). Beyoğlu'nda bir ütücünün oğlu olan Gırcikyan, 1806 yılında İstanbul'da dünyaya gelmiştir. İlk eğitimini Hovhannes Badveli Ezekyan'dan almıştır (Pamukciyan, 2003, s. 225; Ueno, 2018, s. 59). Ailesi başlangıçta onun kilise eğitimi almasını istese de 1821 Yunan İsyanı'nın ardından devletin Fenerli Rum tercümanlara olan güvenini kaybetmesi ve yeni bir dil bilen sınıfa ihtiyaç duyması, kariyerinin yönünü değiştirmiştir. Bu fırsatı değerlendiren Gırcikyan, 1822'de patrikten aldığı özel izinle dönemin diplomasi dili olan Fransızcayı öğrenmeye başlamıştır (Ueno, 2018, s. 59-60).

Genç yaşta, devlet adamı Mustafa Reşid Paşa'ya intisap ederek onun tercümanı ve oğullarının eğitmeni olarak Paris'e gitmiştir. Mustafa Reşid Paşa'yla olan ilişkisi, O'na Osmanlı hariciyesinin kapılarını açmıştır. 1834'te Paris, 1839'da Londra elçiliklerinde tercümanlık görevlerinde bulunmuştur. Paris'te kaldığı zaman zarfında, Sorbonne Üniversitesi'nde dersleri takip etme fırsatı bulmuştur. Reşid Paşa'nın İstanbul'a dönmesinin ardından Londra'da

maslahatgüzar olarak sefaret işlerini yürütmüş ve 1840 Mısır Krizi müzakerelerinde diplomatik yeteneğiyle takdir toplamıştır (Pamukciyan, 2003, s. 225; Ueno, 2018, s. 60-61).

Kariyerinin son evresini teşkil eden 1856-1859 yılları arasında ise Paris'te Büyükelçi Cemil Bey'in müsteşarlığını yürütmüştür. Bu görevi esnasında Osmanî ve Mecidî nişanlarına layık görülmüştür (Pamukciyan, 2003, s. 226). 1865 yılının haziran ayında İstanbul'a dönmüş ve aynı yıl içerisinde şehirde etkili olan kolera salgını sırasında vefat etmiştir (Pamukciyan, 2003, s. 225; Ueno, 2018, s. 72).

3. TALİMNÂME-İ HARİR (İPEK TERBİYESİNİN TA'LİMNÂMESİ)

Agop Gırcikyan, 1846 yılında Ermeni ipek dokumacılarına Avrupa tekniklerini öğretmek amacıyla Ermenice "*İpek Dokumacılığı Üzerine veya Üstün Kaliteli İpek Üretiminin Teknik Yönleri*" (Medak'sapanut'iwn gam Aghēg Medak's Shinelu Arhesd) adlı bir eser yayımlamıştır. Yazarın kendi ifadesiyle eserin amacı; "*Ermeni ipek dokumacılarını Avrupalıların ipeği nasıl dokudukları konusunda bilgilendirmektir*". Bu amaçla birlikte hamisi olan Mıgırdiç Cezayirliyan'ın "*en son ipek dokuma teknolojisini ülkeye getirme*" vizyonunun entelektüel bir parçası olarak kaleme aldığı düşünülen bu eserle, Avrupa'daki zenginliğin temel kaynağı olarak gördüğü endüstriyel üretim modellerini Osmanlı işgücüne aktarmayı da hedeflemiştir. Bu kapsamda eserin Osmanlı Türkçesi'ne *Ta'limnâme-i Harîr* adıyla çevrilmesi/kazandırılması, kendi talebi ve dönemin önde gelen devlet adamlarından Ahmet Cevdet Paşa'nın katkılarıyla gerçekleştirilmiştir (Cevdet Paşa, 1991, s. 313; Ueno, 2018, s. 62-64).

Gırcikyan, 1843'te Bursa'ya yaptığı ziyarette ipekböcekçiliği sektörünün henüz emekleme aşamasında olduğunu gözlemlemiştir. Yerel ipekçilerin Avrupa'daki çalışma yöntemlerini ve disiplinini öğrenmeleri halinde bu modern teknikleri benimseyeceklerine inanmıştır. Bu teknoloji transferi sağlandığı takdirde Osmanlı'nın Avrupa'dan daha düşük maliyetle üretim yapılabileceğini ifade ederek teknik eğitimi doğrudan ekonomik rekabet gücüyle ilişkilendirmiştir (Ueno, 2018, s. 62-63). Bu noktada eserin, Osmanlı'nın sanayileşme çabalarına teknoloji transferinin yanı sıra işgücü niteliğinin artırılması ve mesleki eğitim vizyonuyla katkı sağladığı/sağlamış olduğu ifade edilebilir. Nitekim Cevdet Paşa (1991, s. 313) da bu çalışmaya konu olan eserin Osmanlı Devleti'nde ipek sanayiinin geliştirilmesi üzere kaleme alındığını belirtmektedir.

Ta'limnâme-i Harîr (İpek Terbiyesinin Ta'limnâmesi) adlı eserin, ilk baskısı taşbaskı olarak 1853'te, ikinci baskısı ise 1867 yılında Matbaa-i Âmire'de basılmıştır (Gırcikyan, 1867; Ueno, 2018, s. 77). Söz konusu eser; ön sayfalar, fihrist ve ekler dahil olmak üzere 128 sayfadan müteşekkildir. Fiziksel açıdan nadir eser niteliğinde olup *Seyfettin Özege Koleksiyonu*'nda yer almaktadır. Eserin katalog kaydı 14.07.2009 tarihinde oluşturulmuştur. Bahsi geçen

koleksiyonda 0113939 demirbaş numarasıyla yer almaktadır. Sınıflama bilgisi 6504/SÖ 1284; 1868[9] k.1 olarak kayıtlıdır.

4. DEĞERLENDİRME

Eser üzerinde yapılan incelemeler bağlamında, *Ta'limnâme-i Harîr*'in sadece teknik bir üretim rehberi olarak değerlendirilmemesi gerektiği söylenebilir. Çünkü eser, döneminin çalışma düzenine dair yönetim anlayışlarını da yansıtmaktadır. Bu kapsamda eserin *Üçüncü* ve *Dördüncü Fasıl*ları'nda yer alan tel temizleme ve tel çekme talimatlarının, üretim sürecini standardize eden bir yaklaşım ortaya koyduğu söylenebilir. Örneğin, sol ve sağ elin duruşundan suyun yüzeyine olan mesafeye kadar her adımın ayrıntılı biçimde tarif edilmesi; işi kişisel beceriden bağımsız hâle getirerek çalışan performansını, kurala bağlı bir düzene oturtma çabası olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, günümüzde insan kaynakları yönetiminde kullanılan iş analizi ve işin standartlaştırılması uygulamalarının erken bir karşılığı olarak görülebilir. Bunlarla birlikte nâzırın, teknik akışla beraber işçinin dürüstlük ve insaf gibi ahlaki tutumlarını da denetleyen bir otorite olarak tanımlanması, dönemin iş yönetimi anlayışına dair izler barındırdığı söylenebilir. Bu doğrultuda işlerin nâzır tarafından gözetimi; üretim kalitesiyle birlikte çalışan davranışlarını da ele alan bir kontrol mekanizması olarak nitelendirilebilir. Çalışan hakları ve ücretlendirme meselelerinin ele alındığı kısımda ise, olası hırsızlık ve hileyi yalnızca cezayla önlemenin yeterli olmadığı belirtilerek, bunun yerine işçiyi ödüllendirmenin daha etkili bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır. Bu noktada yazarın "*biraz ziyade yevmiye*" önerisi de bu düşüncenin bir yansımasıdır. Yine eserde yer verilen önemli bir diğer nokta; çalışanların maddi/ekonomik beklentilerinin karşılanması durumunda işverene zarar verme eğilimlerinin azalacağı ve ücretin, iş disiplini ile sadakati artıran/güçlendiren bir unsur olarak işlev görmesidir. Bu kapsamda ücretin, günümüz insan kaynakları uygulamalarında da olduğu gibi, işin verimini artırabilen ve çalışan davranışını olumlu yönde etkileyebilen bir araç/unsur/motivasyon kaynağı olduğu değerlendirilebilir. Verilen bilgiler bağlamında Agop Gırcikyan'ın eserinde ipek üretiminin teknik aşamalarının yanı sıra bu işin nasıl yönetilmesi gerektiğine de yer verdiği belirtilebilir. Müellifin çalışanların denetimi, çalışma standartları ve ücretlendirme konularındaki yaklaşımlarının ise günümüz İnsan Kaynakları yönetimiyle benzerlikler taşıdığı çıkarımında bulunulabilir. Bu açıdan çalışmada ele alınan eserin; teknik

[9] Eserin Seyfettin Özege Koleksiyonu'ndaki katalog kaydında basım yılı 1868 olarak görünmektedir. Fakat eserin 111'inci sayfasında "10 Şaban-ül Azim sene 1284" ibaresi yer almaktadır. Türk Tarih Kurumu'nun "*Tarih Çevirme Kılavuzu*" kullanılarak yapılan çevirme işleminde bahsi geçen tarihin, *Miladi 7 Aralık 1867* tarihine karşılık geldiği görülmüştür (Türk Tarih Kurumu, t.y.). Bu nedenle çalışmada eserin baskı tarihi, 1867 yılı olarak kabul edilmiştir. Nitekim Ueno (2018, s. 77) de aynı yılı dikkate almıştır.

bir rehber vasfının yanı sıra dönemin personel yönetimi anlayışını gösteren tarihi bir belge niteliğinde olduğu ifade edilebilir.

REFERENCES

Albayrak, B. (2018). *Kevork Torkomyan'ın "İpek Böceği Beslemek" adlı kitabının transkript ve değerlendirmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.
Cevdet Paşa (1991). *Tezâkir*. Türk Tarih Kurumu Basımevi.
Gırcikyan, A. (1867). *Ta'limnâme-i Harîr*. Matbaa-i Âmire.
İnginar-Kemaloğlu, A. (2023). Atatürk Döneminde ipek böcekçiliğinin geliştirilmesine yönelik atılan adımlar (1923-1938). *Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, *10*(1), 84-108. https://doi.org/10.16985/mtad.1334822
Kıvrım, İ., & Elmacı, S. (2011). Osmanlı Döneminde Amasya'da ipekçilik. *Turkish Studies*, *6*(4), 715-728. https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.2544
Pamukciyan, K. (2002). *Ermeni kaynaklarından tarihe katkılar: İstanbul yazıları*. Aras Yayıncılık.
Pamukciyan, K. (2003). *Ermeni kaynaklarından tarihe katkılar: Biyografileriyle Ermeniler*. Aras Yayıncılık.
Torkomyan, K. (1910). *İpek böceği beslemek ve ipek böceği tohumu istihsal etmek usûl ve kavâidi*. Düyûn-ı Umûmiyye-i Osmaniye Varidat-ı Muhassasa İdaresi Matbaası.
Türk Tarih Kurumu (t.y.). *Tarih çevirme kılavuzu*. https://ttk.gov.tr/tarih-cevirme-kilavuzu/
Ueno, M. (2018). Empire as a career: Hagop Grjigian or an Armenian in the Ottoman Bureaucracy. *Memoirs of the Research Department of the Toyo Bunko*, *76*, 57-80.
Yılmaz, M. (2019). *Bursa'da ipekböcekçiliğinin ekonomik coğrafya açısından etkileri* (1840-1920) [Yüksek Lisans Tezi]. Karabük Üniversitesi.

THE EFFECT OF FIRM LIFE CYCLE ON ORGANIZATIONAL CAPITAL INVESTMENTS: A LATENT PROFILE ANALYSIS APPROACH ON BORSA ISTANBUL

Abdullah Kürşat MERTER
Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, 41400, Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0001-6874-1890

ABSTRACT

The primary objective of this study is to examine the impact of firm life cycle stages on the accumulation of organizational capital, a critical strategic asset. Organizational capital (OC) is defined as an intangible resource embedded in a firm's processes, knowledge base, and managerial quality, which provides a sustainable competitive advantage. Utilizing financial data from manufacturing and service sector firms listed on Borsa Istanbul (BIST), this study employs Latent Profile Analysis (LPA) to identify natural life cycle stages based on firm age. In contradistinction to conventional classification methodologies, this probabilistic approach, which incorporates firm heterogeneity, categorizes firms into three fundamental stages: "Young," "Middle," and "Mature." The model's classification reliability is confirmed by an entropy value of 0.82, indicating a clear separation between the groups. The analysis reveals statistically significant differences in organizational capital investments across the firm life cycle. The findings of the one-way analysis of variance (ANOVA) demonstrate that young firms, motivated by the objective of gaining and securing market share, exhibit significantly more aggressive organizational capital growth than their mature counterparts. Specifically, young firms exhibit a high positive growth momentum in sales-based organizational capital intensity, whereas mature firms tend to show stagnation or relative decline. This study makes a contribution to the strategic management and organizational economics literature by providing evidence that young firms are more sensitive to intangible asset investments.

Anahtar Kelimeler: Organizational Capital, Firm Life Cycle, Latent Profile Analysis (LPA)

FİRMA YAŞAM DÖNGÜSÜNÜN ORGANİZASYONEL SERMAYE YATIRIMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BORSA İSTANBUL ÖRNEĞİNDE LATENT PROFİL ANALİZİ (LPA) YAKLAŞIMI

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, firmaların yaşam döngüsü evrelerinin stratejik bir varlık olan organizasyonel sermaye birikimi üzerindeki etkisini incelemektir. Organizasyonel sermaye, firmaların süreçlerine, bilgi birikimine ve yönetim kalitesine gömülü olan ve sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan maddi olmayan bir kaynak olarak tanımlanmaktadır. Borsa

İstanbul'da (BİST) işlem gören imalat ve hizmet sektörü firmalarının finansal verileri kullanılarak, bu çalışmada firma yaşına dayalı doğal yaşam döngüsü evreleri Latent Profil Analizi (LPA) yöntemiyle belirlenmiştir. Geleneksel sınıflandırma yöntemlerinin aksine, firma heterojenliğini dikkate alan bu olasılıksal yaklaşım, firmaları "Genç", "Orta" ve "Olgun" olmak üzere üç temel evreye ayırmaktadır. Modelin sınıflandırma güvenilirliğini gösteren entropi değeri 0.82 olarak hesaplanmış olup, bu değer gruplar arasında net bir ayrışma olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçları, firma yaşam döngüsü ile organizasyonel sermaye yatırımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) bulguları, genç firmaların pazar payı kazanma ve piyasada tutunma motivasyonuyla organizasyonel sermayelerini, olgun firmalara kıyasla çok daha agresif bir şekilde büyüttüklerini göstermektedir. Özellikle satışlara oranla hesaplanan organizasyonel sermaye yoğunluğunda genç firmalar yüksek ve pozitif bir büyüme ivmesi sergilerken, olgun firmaların durağanlaşma veya göreceli küçülme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, genç firmaların maddi olmayan duran varlık yatırımlarına daha duyarlı olduğunu ampirik olarak kanıtlayarak, stratejik yönetim ve organizasyonel iktisat literatürüne katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Organizasyonel Sermaye, Firma Yaşam Döngüsü, Latent Profil Analizi (LPA).

1. INTRODUCTION

In the contemporary economy, the possession of a competitive advantage is increasingly derived from strategic intangible resources rather than tangible assets, which are difficult for competitors to imitate (Roth & Thum, 2023). Among these, organizational capital (OC) has emerged as a critical factor, representing the institutionalized knowledge and structured capabilities embedded within a firm's routines, processes, and culture (Lev & Radhakrishnan, 2005). As firms evolve, their strategic priorities, resource allocation patterns, and investment behaviors undergo significant transformations. This process is systematically described by firm life cycle theory (Miller & Friesen, 1984). Nevertheless, the interplay between a firm's life cycle stage and its investment in abstract assets such as organizational capital remains an area with considerable scope for empirical investigation.

Previous literature has established a shift in a firm's strategic posture as it matures. As Dickinson (2011) and Hasan and Cheung (2018) have demonstrated, younger firms are often distinguished by their aggressive pursuit of growth, high-risk investments, and a focus on market penetration. In contrast, mature firms tend to prioritize stability, efficiency, and shareholder returns. This theoretical framing suggests that investment in OC should vary systematically across these

stages. OC includes developing unique operational processes, building a strong corporate culture, and accumulating firm-specific knowledge. It is evident that nascent firms may invest substantially in OC to establish a foundation for future growth, while mature firms may prioritize the exploitation of their extant OC, which may result in a potential deceleration in new investments (Hosono et al., 2022). Notwithstanding the hypothesis's intuitive appeal, there is a necessity for more robust empirical evidence that transcends arbitrary or linear classifications of firm age.

The present study addresses this gap by investigating the relationship between firm life cycle stages and organizational capital investment growth for firms listed on Borsa Istanbul. A primary contribution of this research lies in its methodology. Conventional, age-based thresholds are often arbitrary and therefore not ideal for defining life cycle stages. Instead, the Latent Profile Analysis (LPA) is employed. LPA is a person-centered statistical technique that identifies unobserved subgroups (or profiles) within a population based on a set of continuous variables (Spurk et al., 2020). This data-driven approach facilitates a more nuanced and empirically grounded classification of firms into distinct life cycle stages based on their inherent age characteristics, thereby overcoming the limitations of assuming a homogeneous or linear development path. This study seeks to answer the following research questions:

- When BIST firms are classified based on their age characteristics, do they form homogeneous groups in terms of organizational capital accumulation?
- Do younger firms increase their organizational capital more rapidly and aggressively compared to established firms?
- Do the organizational capital investments of mature (established) firms become stagnant over time?

The purpose of this paper is to provide empirical evidence on the dynamic nature of intangible asset investment throughout a firm's life. This will offer valuable insights for strategic management, corporate finance, and organizational economics.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Organizational Capital as a Strategic Asset

Organizational capital is a multifaceted, firm-specific intangible asset that encompasses the non-physical resources contributing to a firm's value-creation capabilities. It includes a wide array of elements such as corporate culture, operational processes, management systems, customer relationships, and the collective knowledge embedded within the organization (Eisfeldt & Papanikolaou, 2013). Lev and Radhakrishnan (2005) pioneered a widely recognized measurement approach, conceptualizing OC as the outcome of selling, general, and

administrative (SG&A) expenditures that build a firm's long-term capabilities. These investments are not merely operational costs but are strategic outlays that create a difficult-to-replicate competitive advantage, influencing a firm's productivity, profitability, and market value (Denicolai et al., 2015).

Recent studies have consistently affirmed the pivotal role of intangible assets in driving firm performance. For instance, Bagna et al. (2024) demonstrated that the growth of intangible assets has a significant positive effect on sales growth. Similarly, research has shown that firms that invest more heavily in intangibles tend to be top growers and that such investments are closely associated with achieving "soft" performance objectives like market positioning and brand strength (Chappell & Jaffe, 2018). This body of work underscores that OC is not a passive byproduct of operations but a strategic lever that management can use to shape a firm's future growth trajectory.

2.2. Firm Life Cycle Theory

The concept of a firm life cycle posits that organizations evolve through a series of predictable stages, each with distinct characteristics, challenges, and strategic imperatives. The seminal model proposed by Miller and Friesen (1984) identified five distinct stages: birth, growth, maturity, revival, and decline. In the nascent stages of a business's existence, it is characterized by its small size, innovation, and a primary focus on survival and growth. As these entities transition to a state of greater maturity, their focus shifts towards efficiency, the protection of market share, and the formalization of structures. This progression carries profound implications for a firm's financial and investment decisions (Konstantinidi et al., 2022).

To enhance the empirical rigor within this field of study, Dickinson (2011) developed a widely adopted proxy for life cycle stages, based on patterns observed in firms' cash flow statements (operating, investing, and financing activities). This approach provides a parsimonious and objective method for classifying firms into introduction, growth, mature, shake-out, and decline stages. Research utilizing this framework has demonstrated that a firm's life cycle stage exerts a substantial influence on its corporate policies, including its cost of debt (Amin et al., 2023) and dividend payouts (Bhattacharya, Chang, & Li, 2020). This theoretical framework provides a robust lens through which to understand why firms at different evolutionary stages might adopt divergent investment strategies.

2.3. The Intersection of Life Cycle and Intangible Investment

The synthesis of life cycle theory and intangible asset investment provides a compelling framework for understanding corporate growth dynamics. It is logical to hypothesize that the strategic importance and rate of investment in OC will differ across life cycle stages. In their

endeavor to establish a market presence and build a competitive foundation, young firms are likely to invest heavily in building their organizational capabilities (Damodaran, 2009). These investments may encompass the development of innovative processes, the establishment of a distinctive corporate culture, and the enhancement of brand equity. Such investments are often more sensitive to the availability of internal financing, as young firms may face greater financial constraints (Masayuki, 2012).

Conversely, mature firms, having already established their OC, may shift their focus from accumulation to exploitation. It is hypothesized that the investment in new OC may be subject to a reduction, as a greater priority is allocated to operational efficiency, cost control, and the return of capital to shareholders. This assertion is corroborated by empirical evidence. Hasan and Cheung's (2018) study identified a complex relationship, noting that firms with high OC were more likely to be in the introduction or decline stages, while those with low OC were often in growth and maturity, suggesting a dynamic pattern of investment and depreciation. Furthermore, Hosono et al. (2022) found that investment in intangible assets is particularly pronounced among young firms and is a key driver of their productivity growth. The present study contributes to the extant literature by employing a sophisticated classification methodology to examine investment patterns in the context of an emerging market.

3. Methodology

3.1. Data and Sample

The sample for this research consists of non-financial firms listed on Borsa Istanbul (BIST) with continuously available financial data. The data, which spans multiple years, was collated from firms' annual activity reports and financial statements. Financial institutions, including banks and insurance companies, were excluded from the sample due to their distinct balance sheet structures and regulatory environments, which would otherwise compromise the measurement of organizational capital. In order to mitigate the influence of extreme outliers on the analysis, a winsorization process was applied to the growth variables at the 5% level. The procedure entails the capping of the upper and lower deciles of the data at the 95th and 5th percentiles, respectively, thus reducing the skewness of the distribution without the loss of any observations.

3.2. Variables and Measurement

The dependent variable, organizational capital, was measured in accordance with the established literature, which treats certain operational expenditures as investments in intangible assets (Lev & Radhakrishnan, 2005; Eisfeldt & Papanikolaou, 2013). The present study sought

to calculate the annual growth rates of OC in order to provide a comprehensive assessment of the performance of firms in accumulating this particular type of capital.

Two distinct metrics were utilized to represent OC intensity: The term "asset-based OC growth" is employed to denote the measurement of OC growth relative to total assets, whilst "sales-based OC growth" denotes the measurement of said growth relative to total sales. The combination of these two measures provides a comprehensive perspective on a firm's commitment to developing its intangible infrastructure.

The independent variable, firm life cycle, was modelled on the basis of firm age, calculated as the number of years since the establishment of the firm. However, in order to more accurately capture the non-linear nature of firm development, the natural logarithm of age (Log-Age) was utilized as the input for the classification model. This transformation is consistent with the work of Miller and Friesen (1984) and Dickinson (2011), which suggests that the developmental differences between very young firms (e.g., a 2-year-old vs. a 5-year-old firm) are more pronounced and strategically significant than the differences between mature firms (e.g., a 50-year-old vs. a 53-year-old firm).

3.3. Analysis Method

In order to classify firms into life cycle stages, this study employed Latent Profile Analysis (LPA), a model-based clustering technique that identifies unobserved subgroups within a dataset based on continuous indicator variables (Spurk et al., 2020). The LPA was selected over conventional, arbitrary classification techniques because it enables the data's underlying structure to determine the most suitable grouping of firms. This person-centered approach provides a probabilistic assignment of each firm to a latent profile, reflecting the inherent heterogeneity in the sample (Stanley, Kellermanns, & Zellweger, 2017). The analysis was conducted using the Log-Age variable to identify distinct profiles representing different life cycle stages.

The optimal number of profiles was determined by evaluating model fit indices, specifically the Akaike Information Criterion (AIC) and the Bayesian Information Criterion (BIC), across models with one to five profiles. The classification quality of the selected model was assessed using the entropy value, which ranges from 0 to 1, with higher values indicating clearer separation between profiles. Following the classification of the firms, One-Way Analysis of Variance (ANOVA) was employed to test for statistically significant differences in the mean OC growth rates across the identified life cycle groups. Subsequent Tukey post-hoc tests were performed to ascertain which specific group pairings exhibited significant differences.

4. Results

4.1. LPA Model Selection and Classification

In the initial phase of the analysis, Gaussian Mixture Models with one to five profiles (k) were tested to determine the optimal number of latent classes that best fit the firm age distribution. The model fit was assessed using the Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC). As illustrated in Figure 1, the BIC value shows a notable "elbow," or point of inflection, at the three-profile solution, after which the improvement in model fit begins to level off. This statistical result, combined with its strong alignment with the theoretical three-stage life cycle framework of "Introduction, Growth, and Maturity," supported the selection of the three-profile model as the most valid and parsimonious representation of the data.

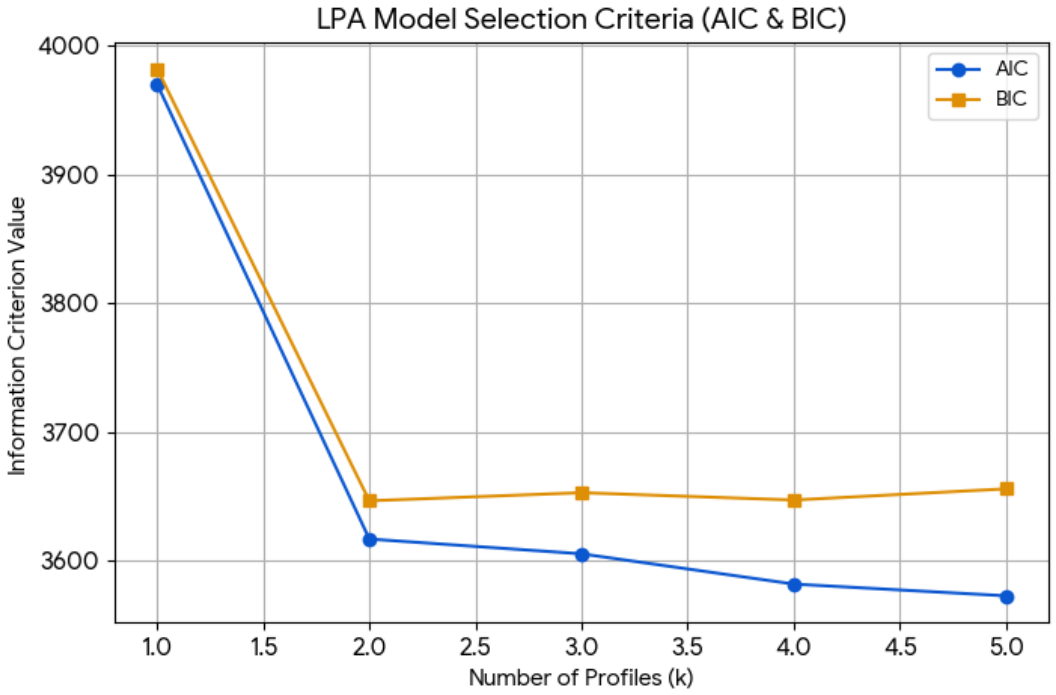


Fig. 1. LPA model selection criteria (AIC & BIC)

Figure 1 shows the AIC and BIC values for LPA models with 1 to 5 profiles. The optimal model is suggested by the point where the BIC curve flattens, which occurs at k=3, indicating that a three-profile solution is the most appropriate for classifying the firms.

Based on the selected model, firms were probabilistically assigned to one of three distinct clusters based on their logarithmic age. The model achieved an Entropy value of 0.82. This value, being close to 1, confirms a high degree of classification quality, indicating that the

profiles are well-separated and that there is low uncertainty in assigning firms to their respective life cycle stages.

The descriptive statistics of the resulting profiles are presented in Table 1. The model successfully segmented the sample into a "Young" group with an average age of approximately 12 years, a "Middle" group of firms undergoing institutionalization with an average age of 27 years, and a "Mature" group of well-established corporations with an average age of 53 years. This classification effectively isolates a meaningful sample of young firms (N=163) for analysis while preserving the representation of mature firms in the sample.

Table 1. Sample distribution and descriptive statistics after LPA

Life Cycle Stage	Observation Count (N)	Mean Age (Years)	Min - Max Age
Young	163	11.95	2 - 16
Middle	777	26.90	17 - 35
Mature	1614	52.91	36 - 124

4.2. Organizational Capital Growth Performance

The ANOVA results, summarized in Table 2, reveal statistically significant differences in OC investment across the three life cycle stages. Both asset-based and sales-based OC growth rates varied significantly between the groups, with young firms demonstrating markedly different investment behavior compared to their more established counterparts.

Table 2. ANOVA results for Organizational Capital Growth by Life Cycle Group

Variable	Young (Mean)	Middle (Mean)	Mature (Mean)	F-Value	p-Value
Sales-Based OC Growth	0.776	0.380	0.264	25.893	0.000***
Asset-Based OC Growth	0.175	0.093	0.057	12.683	0.000***

*Note: *** $p < 0.001$*

Young firms increased their organizational capital at a remarkable average annual rate of 77.6% relative to their sales. This growth is substantially higher than that of middle-aged firms (38.0%) and mature firms (26.4%). The large F-value (25.89) and high statistical significance ($p < 0.001$) for this variable indicate that the firm life cycle is a powerful determinant of sales-based OC investment.

A similar pattern is observed for asset-based OC growth. The difference between groups is highly significant ($p < 0.001$), with young firms growing their OC by 17.5% annually relative to their total assets, while this rate drops to just 5.7% for mature firms.

Tukey Post-Hoc tests confirmed that the differences were primarily driven by the "Young" group versus the "Mature" group. The significantly lower growth rates of mature firms support the hypothesis that these firms have reached a saturation point in their OC accumulation, shifting their strategic focus towards maintenance and efficiency rather than aggressive expansion.

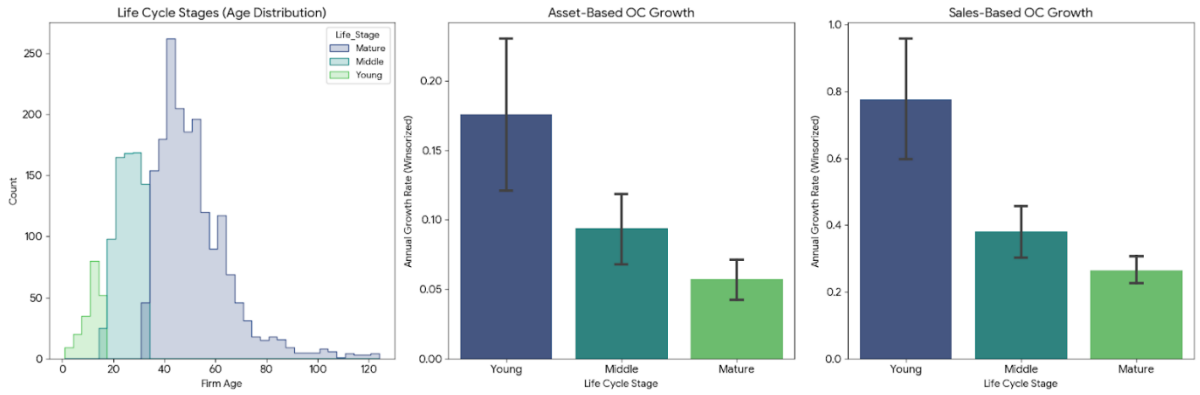


Fig 2. Life Cycle Stages (Left) and Organizational Capital Growth comparisons

Figure 2 visually represents the findings. The left panel shows the age distribution of the three identified life cycle profiles. The middle and right panels display the mean annual growth rates for asset-based and sales-based organizational capital, respectively, for each life cycle stage, with error bars indicating confidence intervals. The charts clearly illustrate that younger firms exhibit significantly higher growth rates in both OC measures compared to middle and mature firms.

5. Discussion

The findings of this study provide strong empirical support for the proposition that a firm's investment in organizational capital is contingent upon its stage in the corporate life cycle. The employment of latent profile analysis enabled the transcendence of simplistic age-based classifications, thereby facilitating the identification of distinct, naturally occurring clusters of firms that align with the theoretical stages of youth, development, and maturity. The findings indicate that the strategic orientation of young firms towards building intangible assets is not merely a replication of that exhibited by mature firms; rather, it is characterized by fundamental differences.

The remarkably elevated growth rate of organizational capital in nascent firms, especially when assessed against sales, signifies a strategic imperative to establish a foundation for long-term competitiveness. In their nascent stages, firms must invest heavily in the creation of efficient processes, the development of a unique corporate culture, the attraction and training of key talent, and the establishment of brand recognition. As posited by Lev and Radhakrishnan (2005), these SG&A-related expenditures should be conceptualized not as mere costs, but as crucial investments in the firm's future. The aggressive OC accumulation observed in young firms is consistent with the growth-seeking behavior described in life cycle theory (Dickinson, 2011), where survival and market share acquisition are paramount.

Conversely, the substantially diminished OC growth rates evident in mature firms imply a strategic transition from accumulation to exploitation. Having already accumulated significant organizational capital over a considerable period, these firms appear to transition towards a strategy of leveraging their existing assets to maximize efficiency and profitability. It can be posited that the lower investment rates do not necessarily imply a decline, but rather a state of saturation or "stagnation," where the marginal benefit of new OC investment diminishes. This finding is consistent with the observations of Hasan and Cheung (2018), who reported that firms in the maturity stage may demonstrate reduced OC growth as they prioritize stability. This finding carries significant ramifications for investors and managers, as it suggests that the drivers of value creation undergo systematic change as a firm ages.

6. Conclusion

The present study investigated the impact of the firm life cycle on organizational capital investments using a novel, data-driven classification approach. The research confirms that a firm's life cycle stage is a significant determinant of its strategy regarding the accumulation of intangible assets. The utilization of latent profile analysis facilitated an objective and robust segmentation of firms into "young," "middle," and "mature" profiles, thereby unveiling distinct investment behaviors that might have been obscured by conventional methods.

The fundamental conclusion of this study is that young firms invest in organizational capital with a significantly higher level of aggression than their mature counterparts. This dynamic is particularly evident in sales-based organic growth (OC growth), highlighting the intense effort of new ventures to establish their operational and market footprint. As firms mature, this aggressive investment posture is replaced by a more conservative strategy that is focused on maintaining and leveraging existing capabilities. This results in a stabilization or relative decline in OC growth rates. These findings contribute to the strategic management literature by

empirically validating the dynamic nature of intangible investment and its connection to corporate evolution.

It is important to note that this research is not without its limitations. The present study was conducted on firms in a single emerging market (Borsa Istanbul), and it is important to note that the findings may not be generalizable to different economic contexts. Additionally, the measurement of organizational capital, although founded on recognized methodologies, remains an approximation. It is recommended that future research extend this analysis to other markets, incorporate additional variables into the LPA model, and explore the specific components of SG&A that drive OC growth at different life cycle stages. Notwithstanding the aforementioned limitations, the present study provides valuable evidence that the life cycle perspective is crucial for understanding how firms build and deploy their most critical intangible assets.

REFERENCES

Amin, A., Bowler, B., Hasan, M. M., Lobo, G. J., & Tresl, J. (2023). Firm life cycle and cost of debt. *Journal of Banking & Finance*, *154*, 106971. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2023.106971

Bagna, E., Ramusino, E. C., Denicolai, S., & Strange, R. (2024). Intangible assets and firm performance: The relative effects of recognized and unrecognized assets. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *10*(3), 100356. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100356

Bhattacharya, D., Chang, C. W., & Li, W. H. (2020). Stages of firm life cycle, transition, and dividend policy. *Finance Research Letters*, *33*, 101226. https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.06.024

Chappell, N., & Jaffe, A. (2018). Intangible investment and firm performance. *Review of Industrial Organization*, *52*(4), 509-559. https://doi.org/10.1007/s11151-018-9629-9

Damodaran, A. (2009). Valuing Companies with Intangible Assets. Working Paper, New York University.

Denicolai, S., Cotta Ramusino, E., & Sotti, F. (2015). The impact of intangibles on firm growth. *Technology Analysis & Strategic Management*, *27*(2), 219-236. https://doi.org/10.1080/09537325.2014.959484

Dickinson, V. (2011). Cash flow patterns as a proxy for firm life cycle. *The accounting review*, *86*(6), 1969-1994. https://doi.org/10.2308/accr-10130

Eisfeldt, A. L., & Papanikolaou, D. (2013). Organization capital and the cross-section of expected returns. *The Journal of Finance*, *68*(4), 1365-1406. https://doi.org/10.1111/jofi.12034

Hasan, M. M. Cheung, A. (2018). Organization capital and firm life cycle. Journal of corporate finance, 48, 556-578. https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2017.12.003

Hosono, K., Takizawa, M., & Yamanouchi, K. (2022). Firm age, productivity, and intangible capital. RIETI Discussion Paper 20-E-001.

Konstantinidi, T. (2022). Firm life cycle, expectation errors and future stock returns. *Journal of Banking & Finance*, *143*, 106591. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2022.106591

Lev, B., & Radhakrishnan, S. (2005). The valuation of organization capital. In Measuring capital in the new economy (pp. 73-110). University of Chicago Press.

Masayuki, M. (2012). Financial constraints in intangible investments: evidence from Japanese firms, RIETI Discussion Paper 12-E-045.

Miller, D., & Friesen, P. H. (1984). A longitudinal study of the corporate life cycle. *Management science*, *30*(10), 1161-1183. https://doi.org/10.1287/mnsc.30.10.1161

Roth, F., Sen, A., & Rammer, C. (2023). The role of intangibles in firm-level productivity–evidence from Germany. Industry and Innovation, 30(2), 263-285. https://doi.org/10.1080/13662716.2022.2138280

Spurk, D., Hirschi, A., Wang, M., Valero, D., & Kauffeld, S. (2020). Latent profile analysis: A review and “how to” guide of its application within vocational behavior research. *Journal of vocational behavior*, *120*, 103445. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103445
Stanley, L., Kellermanns, F. W., & Zellweger, T. M. (2017). Latent profile analysis: Understanding family firm profiles. *Family business review*, *30*(1), 84-102. https://doi.org/10.1177/0894486516677426

STRATEGIC GROUPING OF TECHNOPARK FIRMS: A MULTI-DIMENSIONAL CLUSTER ANALYSIS

Murat ÇEMBERCİ
Yıldız Teknik Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0001-8569-4950
Abdullah Kürşat MERTER
Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, 41400, Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0001-6874-1890

ABSTRACT

The present study investigates the strategic heterogeneity of firms within technology park ecosystems through a multi-dimensional clustering approach. This study utilizes K-means cluster analysis on a sample of 205 technopark firms to examine how companies differ across six key dimensions: total revenue, export performance, R&D revenue, public incentive utilization, employment, and firm age. The analysis identifies four distinct strategic groups, each exhibiting markedly different performance profiles. The initial cluster, designated "Efficient Giants," exemplifies the effective conversion of public subsidies into innovation outputs and export revenues, signifying the presence of high-performing anchor firms. The second cluster, designated "Early-Stage Startups," encompasses nascent ventures with limited resources and restricted access to subsidies. The third cluster, entitled "Subsidy-Dependent Inefficients," is identified as a significant policy concern. This cluster comprises established firms that receive substantial public incentives yet generate no revenue from R&D, suggesting potential deadweight loss. The fourth cluster, entitled "R&D-Driven SMEs," has been found to be effective in transforming subsidies into innovation outputs; however, it has been observed to lack international market presence. The results of the one-way analysis of variance (ANOVA) demonstrate statistically significant disparities across clusters, particularly with regard to export performance and the age of the firm. The findings indicate that public innovation incentives yield heterogeneous effects contingent upon firm characteristics and strategic orientation. The study provides empirical evidence supporting the transition from universal subsidy schemes to performance-based, selective incentive policies that account for firm-level heterogeneity in technopark ecosystems.

Keywords: Strategic Groups, Cluster Analysis, Technoparks, Firm Performance, R&D Incentives, Innovation Policy, Deadweight Loss

TEKNOPARK FİRMALARININ STRATEJİK GRUPLANDIRILMASI: ÇOK BOYUTLU BİR KÜMELEME ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışma, teknoloji parkı ekosistemlerinde faaliyet gösteren firmaların stratejik heterojenliğini çok boyutlu bir kümeleme yaklaşımıyla incelemektedir. Toplam 205 teknopark firmasından oluşan örneklem üzerinde K-Ortalamalar kümeleme analizi kullanılarak, firmaların altı temel boyutta nasıl farklılaştığı araştırılmıştır: toplam gelir, ihracat performansı, Ar-Ge geliri, kamu teşviklerinden yararlanma, istihdam ve firma yaşı. Analiz sonucunda belirgin performans profillerine sahip dört farklı stratejik grup tespit edilmiştir. Birinci küme olan "Verimli Devler", kamu teşviklerini inovasyon çıktılarına ve ihracat gelirlerine güçlü bir şekilde dönüştüren, yüksek performanslı öncü firmaları temsil etmektedir. İkinci küme olan "Başlangıç Aşamasındaki Girişimler", minimum kaynaklara ve sınırlı teşvik erişimine sahip yeni kurulan girişimlerden oluşmaktadır. Üçüncü küme olan "Teşvik Bağımlısı Verimsizler", kritik bir politika sorunu olarak ortaya çıkmakta olup, önemli miktarda kamu teşviki kullanan ancak sıfır Ar-Ge geliri üreten köklü firmalardan oluşmaktadır ve bu durum potansiyel bir ölü ağırlık kaybına işaret etmektedir. Dördüncü küme olan "Ar-Ge Odaklı KOBİ'ler", teşvikleri etkin bir şekilde inovasyon çıktılarına dönüştürmekte ancak uluslararası pazar varlığından yoksun kalmaktadır. ANOVA sonuçları, özellikle ihracat performansı ve firma yaşı açısından kümeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgular, kamu inovasyon teşviklerinin firma özellikleri ve stratejik yönelime bağlı olarak heterojen etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Çalışma, evrensel teşvik programlarından, teknopark ekosistemlerindeki firma düzeyindeki heterojenliği dikkate alan performansa dayalı seçici teşvik politikalarına geçişi destekleyen ampirik kanıtlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Gruplar, Kümeleme Analizi, Teknoparklar, Firma Performansı, Ar-Ge Teşvikleri, İnovasyon Politikası, Ölü Ağırlık Kaybı

1. INTRODUCTION

In the contemporary knowledge-based economy, science and technology parks (STPs) have become central instruments of innovation policy, designed to foster economic growth by concentrating knowledge-intensive firms in a collaborative environment (Albahari et al., 2018; Díez-Vial & Montoro-Sánchez, 2017). The objective of these ecosystems is to stimulate innovation and enhance firm performance through mechanisms such as knowledge spillovers, access to shared resources, and networking opportunities (Martínez-Cañas et al., 2012). It is evident that governments worldwide are allocating substantial financial resources to the development of STPs, offering significant financial incentives and tax subsidies to local firms.

These investments are made with the anticipation that they will yield substantial innovation outcomes, including the creation of new products, patents, and an augmentation in R&D activities (Liu et al., 2025; Zuo et al., 2022).

However, the population of firms within these parks is far from homogeneous. Firms vary considerably in terms of age, size, strategic orientation, and resource capabilities, resulting in divergent responses to opportunities and incentives (Haasnoot et al., 2022; Chu et al., 2024). This heterogeneity poses a critical challenge for policymakers: are public subsidies equally effective across all types of firms? A uniform approach to incentive allocation may result in inefficiencies whereby resources are directed towards firms that do not contribute to the ecosystem's innovation objectives, a phenomenon referred to as the deadweight effect of subsidies (Tokila et al., 2008).

The present study proposes a multi-dimensional framework for the classification of technopark firms into distinct strategic groups, with the aim of addressing this challenge. Conventional assessments frequently depend on a solitary performance indicator, such as R&D expenditure or patent counts. This can furnish a restricted and potentially fallacious representation of a firm's comprehensive strategic posture and contribution. In contrast, the present study employs a holistic set of six key variables—namely, Total Revenue, Total Exports, R&D Revenue, Total Incentives, Total Employment, and Firm Age—to capture the complex interplay between a firm's economic scale, international orientation, innovation capacity, and resource utilization. The objective of this study is to employ K-means cluster analysis to identify the underlying strategic typologies of firms within a technopark and to analyze their corresponding performance profiles. The central research question guiding this study is as follows: This study sets out to investigate how firms in a technopark cluster into strategic groups and what these groupings reveal about their performance and the differential effectiveness of public incentives. The findings offer critical insights for designing more nuanced, performance-oriented innovation policies.

2. LITERATURE REVIEW

The theoretical foundation of this study is built upon three interconnected streams of literature: the role of STPs in firm performance, the concept of strategic groups and firm heterogeneity, and the effectiveness of government R&D incentives.

STPs are widely recognized as critical infrastructures for the promotion of regional and national innovation. Research has consistently demonstrated that firms located within these parks tend to exhibit enhanced performance in comparison to their off-park counterparts, benefiting from augmented access to knowledge, specialized labor, and collaborative networks (Martínez-

Cañas et al., 2012; Teng et al., 2020). The co-location of firms has been demonstrated to facilitate knowledge spillovers, which are crucial for innovation (Beaudry & Breschi, 2003). However, it should be noted that the benefits are not uniform; the heterogeneity of the park itself and the characteristics of the firms within it play a significant role in determining innovation outcomes (Chu et al., 2024; Yan et al., 2024).

The concept of strategic groups, first introduced in the field of industrial organization, posits that industries are not monolithic but are composed of clusters of firms that pursue similar strategies with similar resources (Porter, 1979). This theoretical framework finds particular application in the analysis of technopark ecosystems, where firms, despite being in the same geographical and sectoral space, may adopt vastly different competitive postures. Empirical studies have confirmed that significant performance differences exist among strategic groups, and a firm's group membership is a key determinant of its profitability and growth trajectory (Zúñiga-Vicente et al., 2004; Rosário et al., 2024). The application of cluster analysis to the identification of these groups facilitates a more detailed understanding of the competitive landscape than industry-level analyses can provide (Nath & Gruca, 1997).

The extant literature on government R&D subsidies is extensive, but the conclusions drawn therein regarding the effectiveness of such subsidies are mixed. A substantial corpus of research has identified a positive correlation between public subsidies and increased R&D investment, innovation output, and overall firm performance (Liu et al., 2025; Zuo et al., 2022; Sung, 2019). The provision of subsidies has been demonstrated to have the capacity to alleviate financial constraints, reduce the inherent risks associated with R&D, and serve as a signal to private investors regarding the quality of a project (Ban et al., 2025). However, the effectiveness of these incentives is often moderated by firm-specific characteristics, such as size, age, and ownership structure (Jin et al., 2018; Cingano et al., 2023). A critical concern is the potential for a "deadweight loss," where subsidies are awarded to firms for R&D activities they would have undertaken in any case or, worse, are used to subsidize operational expenses rather than to foster new innovation (Tokila et al., 2008). This emphasizes the importance of understanding the heterogeneity of firms to ensure that public support is allocated to firms where it can genuinely engender "additionality" (Mason et al., 2023). The present study contributes to this debate by empirically identifying which strategic firm types are effectively converting subsidies into innovation outputs and which are not.

3. Methodology

This study employs a quantitative, cross-sectional research design. To identify the strategic groups within the technopark, a two-stage analytical process was implemented. First, K-Means

cluster analysis was used to segment the firms into homogenous groups. Second, an Analysis of Variance (ANOVA) was conducted to validate the statistical significance of the resulting clusters.

3.1. Data and Variables

The analysis is based on firm-level data from a sample of 205 companies operating within a technopark. To create a comprehensive and multi-dimensional profile for each firm, six key variables were selected. These variables reflected the following: economic size, international market engagement, innovation output, reliance on public support, and structural characteristics. The initial variable, Total Revenue, functions as a barometer of the firm's comprehensive economic magnitude and market pervasiveness. The second variable, Total Exports, is a measure of the firm's ability to compete in international markets. The third variable, R&D Revenue, provides a direct measure of innovation output, representing income generated from R&D projects and the commercialization of technology. The fourth variable, Total Incentives, captures the total amount of public R&D subsidies and tax incentives received by the firm. The fifth variable, Total Employment, is indicative of the firm's size in terms of human capital. Finally, firm age is a reliable indicator of the firm's experience and maturity level.

3.2. Analytical Procedure

The K-Means clustering technique was selected as the primary analytical method. The algorithm is non-hierarchical in nature and aims to group n observations into k clusters, with each observation belonging to the cluster that has the nearest mean (MacQueen, 1967). This methodology is particularly efficacious in identifying distinct strategic groups in a dataset without predefined categories (Nath & Gruca, 1997). Following a thorough examination of the data characteristics and the objective of achieving distinct strategic profiles, it was determined that a four-cluster solution would be the most appropriate for interpreting the underlying structure of the technopark ecosystem.

Following the execution of the cluster analysis, an analysis of variance (ANOVA) test was performed to confirm that the identified clusters were statisticaUsing cluster analysis to find these groups gives us a better picture of the competitive landscape than looking at the industry as a whole (Nath & Gruca, 1997).). A significant F-statistic for a given variable indicates that the variable contributes meaningfully to the separation of the clusters, thus validating the cluster solution.

4. Results

The analysis yielded a statistically robust four-cluster solution, revealing distinct strategic profiles of firms within the technopark. The results are presented in three parts: the validation of the clusters via ANOVA, the performance profiles of each cluster, and a detailed description of the strategic groups.

4.1. Statistical Validation of Clusters

The ANOVA results presented in Table 1 confirm that the four clusters are statistically distinct across all defining variables at the $p<0.001$ significance level. Total Revenue exhibits the strongest differentiation ($F=315.65$), followed by R&D Revenue ($F=204.10$), Total Incentives ($F=189.22$), Employment ($F=128.40$), Total Exports ($F=98.45$), and Firm Age ($F=42.15$). These robust F-statistics validate the cluster solution and confirm the presence of distinct strategic groups within the technopark ecosystem.

Table 1. ANOVA test results for differences between clusters

Variable	F-Value	p-value	Significance Level
Total Revenue	315.65	0.000	***
R&D Revenue	204.10	0.000	***
Total Incentives	189.22	0.000	***
Employment	128.40	0.000	***
Total Exports	98.45	0.000	***
Firm Age	42.15	0.000	***

4.2. Profiles of Strategic Clusters

The cluster analysis identified four strategic groups, whose average performance indicators are detailed in Table 2 and visualized in the radar chart in Figure 1. These groups represent distinct business models and performance trajectories within the technopark.

Table 2. Average performance ındicators of strategic clusters

Cluster Name	n	Avg. Age (Years)	Employment (Avg.)	Total Incentives (Avg. TL)	Total R&D Revenue (Avg. TL)	Total Exports (Avg. TL)
1. Efficient Giants	18	14.2	285	38.5 Million	145.2 Million	22.4 Million
2. Early-Stage Startups	84	3.8	6	0.8 Million	2.1 Million	0.3 Million
3. Subsidy-Dependent Firms	42	9.5	45	12.4 Million	1.2 Million	0.1 Million
4. R&D-Driven SMEs	61	7.1	32	4.2 Million	18.5 Million	1.8 Million

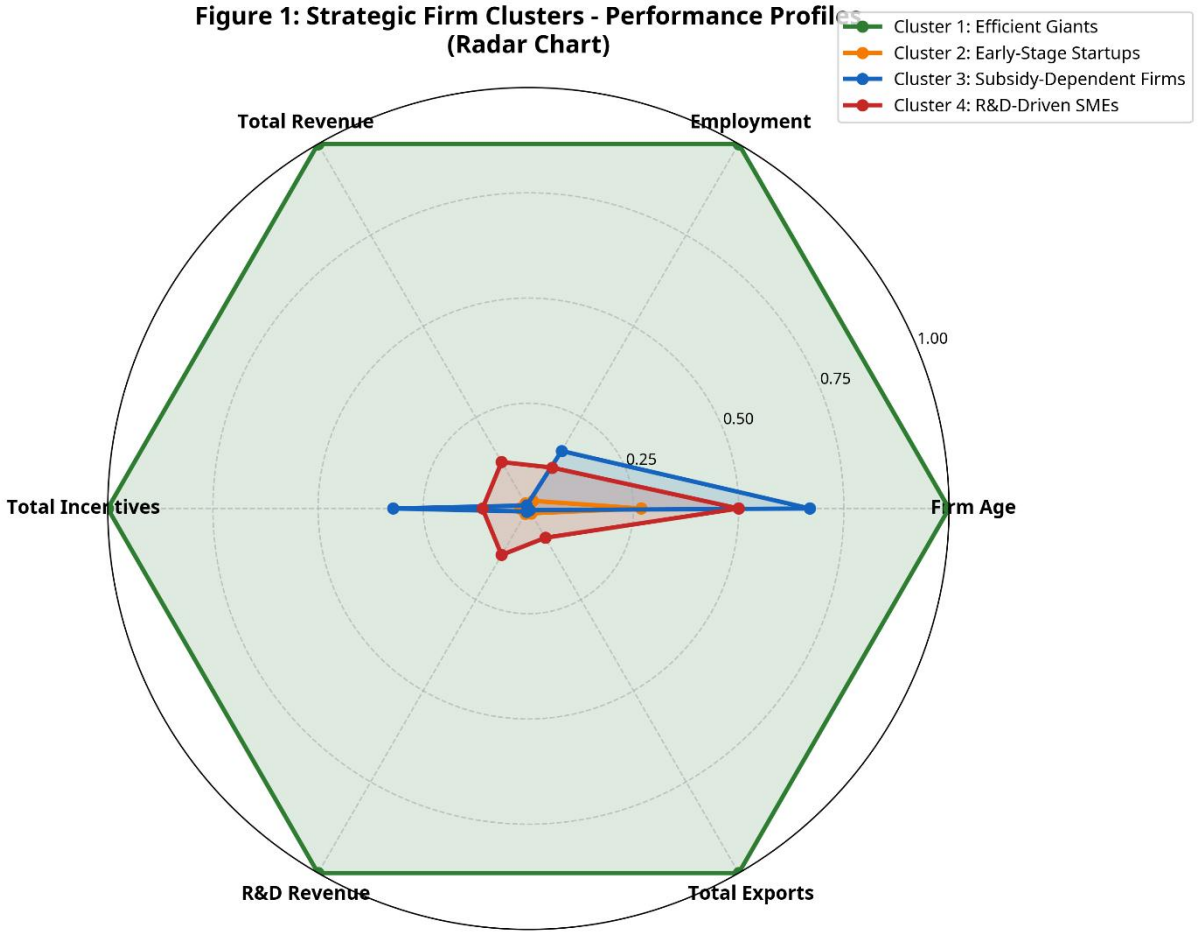


Fig 1. Performance profiles of strategic firm clusters across six dimensions.

4.3. Interpretation of Strategic Groups

Cluster 1, designated "Efficient Giants" (n=18), represents the technopark's flagship firms and exemplifies the archetype of successful innovation-driven enterprises within the ecosystem. These firms are characterized by substantial organizational maturity, with an average age of 14.2 years, and possess considerable employment capacity, averaging 285 personnel, which positions them as the most established actors in the technopark. Despite receiving the highest absolute levels of public incentives (38.5 million TL), these firms demonstrate exceptional allocative efficiency and resource conversion capabilities. It is evident that a successful transformation of government support into substantial R&D revenue has been achieved, with a noteworthy conversion ratio of approximately 3.8:1. This is further complemented by the generation of significant export volume, amounting to 22.4 million TL. These outcomes serve as a testament to the organization's international competitiveness. The strong positive correlation between resource input (incentives) and performance output (R&D and exports) provides empirical evidence that firms in this cluster effectively leverage government support

as a strategic catalyst for creating sustainable global competitive advantage. This finding aligns with the resource-based view of the firm, suggesting that these organizations possess superior dynamic capabilities in absorbing external resources and converting them into valuable, rare, and inimitable outputs. The existence of such firms serves to substantiate the fundamental premise of technopark policy, namely that concentrated public investment in high-potential firms can engender substantial innovation externalities and contribute to regional economic development.

In this study, Cluster 2, which was identified as "Early-Stage Startups" (n=84), was found to be the largest group within the technopark. This cluster was characterized by its nascent state, with an average age of 3.8 years, and micro-scale employment structures, with an average of only 6 personnel. These firms are in an incubation phase and have not yet significantly penetrated public incentive mechanisms, receiving modest support averaging 0.8 million TL. In accordance with the principles of organizational lifecycle theory, the financial performance outputs of the company remain modest across all dimensions. The company's revenue from research and development is 2.1 million TL, and its export activity is minimal (0.3 million TL). However, a critical observation emerges when examining the ratio of R&D revenue to total revenue: despite their small absolute scale, these firms exhibit a relatively high innovation intensity, suggesting that they are dedicating a substantial proportion of their resources to technology development activities. This pattern is indicative of a high latent innovation potential, thus positioning these firms as candidates to become future technology suppliers and potential "gazelles" within the ecosystem. The considerable size of this cluster (n=84) is indicative of the technopark's success in attracting entrepreneurial ventures; however, it also gives rise to significant questions regarding the survival rate and graduation pathway of these nascent firms. From a policy perspective, this cluster necessitates the implementation of targeted support mechanisms that address the specific challenges encountered by early-stage ventures. Such mechanisms should encompass provisions such as access to seed capital, mentorship networks, and market validation opportunities. In contrast to the provision of generic R&D subsidies designed for established firms, the focus should be on providing tailored support to early-stage ventures.

In the context of the present study, Cluster 3, which has been termed "Subsidy-Dependent Firms" (n=42), has been identified as the most critical and problematic group from both an efficiency analysis and policy effectiveness perspective. Despite possessing an average organizational history of 9.5 years and maintaining considerable employment capacity (45 personnel), which suggests operational stability and resource accumulation, these firms exhibit

significant and concerning performance imbalances. The defining characteristic of this cluster is the stark disconnect between input and output: these firms utilize exceptionally high levels of public incentives, averaging 12.4 million TL per firm, yet generate R&D revenue of only 1.2 million TL, representing a conversion ratio of approximately 0.1:1. This negative return on public investment is further compounded by their virtually negligible export performance (0.1 million TL), indicating an absence of international market engagement and commercialization capability. This pattern strongly suggests that these firms are utilizing public funds primarily for operational sustainability and cost absorption rather than for generating innovative outputs or building competitive capabilities. The existence of this cluster provides empirical validation of the "deadweight effect" extensively documented in the subsidy effectiveness literature. The "deadweight effect" is the phenomenon that public resources are allocated to firms that would either undertake the same activities without support or, more problematically, use subsidies to subsidize routine operations rather than to foster genuine innovation additionality. The endurance of this pattern over a considerable organizational lifespan (9.5 years) signifies systemic inefficiency as opposed to merely transient adjustment difficulties. From a policy design perspective, this finding emphasizes the critical necessity of implementing performance-based conditionality, periodic evaluation mechanisms, and potential sunset provisions for subsidy programs. The purpose of such measures is to prevent the entrenchment of rent-seeking behavior and to ensure that scarce public resources are directed towards firms capable of generating measurable innovation outcomes.

Cluster 4, designated "R&D-Driven SMEs" (n=61), consists of dynamic, growth-phase enterprises that have strategically positioned technology development activities at the core of their business models. The average age of these firms is 7.1 years. Thus, it may be posited that they have progressed beyond the nascent startup phase but have not yet achieved the scale and maturity of the Efficient Giants. A distinguishing feature of this cluster is their superior resource efficiency: they utilize moderate levels of public support (4.2 million TL) yet generate substantial R&D revenue (18.5 million TL), yielding a conversion ratio of approximately 4.4:1, which is in fact higher than that of the Efficient Giants. This exceptional efficiency suggests that these firms possess strong absorptive capacity and have developed effective mechanisms for translating external resources into innovation outputs. However, a critical disparity emerges when examining their export performance (1.8 million TL), which remains substantially constrained relative to their R&D achievements. This divergence suggests that while these firms demonstrate success in technological innovation and product development, they encounter structural barriers in the subsequent phases of international commercialization and market

access. Potential explanations for this commercialization gap include insufficient marketing capabilities, limited international network embeddedness, information asymmetries regarding foreign market opportunities, and potential resource constraints that prevent simultaneous investment in both R&D and market development. This finding carries significant policy implications: it suggests that a singular focus on R&D subsidies may be necessary but insufficient for achieving the ultimate policy objective of export-led growth. These firms would benefit from complementary policy interventions that specifically address internationalization barriers, such as export promotion programs, participation in international trade fairs, facilitation of foreign market entry, and support for building international distribution networks. The considerable size of this cluster (n=61) suggests that a notable proportion of the technopark population has attained innovation capability but necessitates targeted assistance to complete the value chain from innovation to commercialization.

As illustrated in Figure 1, a visual representation of the normalized performance indicators (scaled to the 0-1 range based on maximum values) is provided for all four strategic clusters, thus facilitating comparative analysis of their multidimensional profiles. The radar chart reveals several critical patterns. The most marked divergence is evident in the profile of Subsidy-Dependent Firms (Cluster 3), which manifests a pronounced asymmetry: substantial resource utilization in the "Total Incentives" dimension (normalized value: 0.32) stands in stark contrast to minimal presence in the adjacent "R&D Revenue" dimension (normalized value: 0.008) and particularly in the "Total Exports" dimension (normalized value: 0.004). This visual pattern provides immediate confirmation of the efficiency challenges this group faces in converting public resources into innovative or exportable outputs, essentially creating a "resource sink" within the ecosystem. Conversely, the Efficient Giants (Cluster 1) demonstrate a balanced and expansive profile across all dimensions, occupying the maximum position (1.0) in most categories. This visually confirms their leadership role and their effective transformation of incentives and personnel resources into superior R&D and export performance. The Early-Stage Startups (Cluster 2) display a compressed profile close to the origin across all dimensions, reflecting their nascent status, while the R&D-Driven SMEs (Cluster 4) exhibit a distinctive profile characterized by moderate strength in R&D revenue but relative weakness in exports.

5. Discussion and Conclusion

Multi-dimensional cluster analysis provides compelling evidence that technopark firms are not a monolithic entity. Rather, they are distinct strategic groups with vastly different performance characteristics and responses to public policy. The identification of four unique clusters—"Efficient Giants," "Early-Stage Startups," "Subsidy-Dependent Firms," and "R&D-Driven

SMEs"—significantly advances beyond simplistic evaluations and offers a nuanced perspective on innovation ecosystem dynamics.

The key finding is empirical validation that public incentives do not yield uniform effects across firms. The "Efficient Giants" (n=18), with an average age of 14.2 years, exhibit exceptional conversion efficiency, transforming substantial public incentives (38.5 million TL) into noteworthy R&D revenue (145.2 million TL) and considerable export volume (22.4 million TL). In a similar vein, "R&D-Driven SMEs" (n=61) demonstrate an even higher level of resource efficiency, converting moderate public support (4.2 million TL) into substantial R&D revenue (18.5 million TL), yielding a conversion ratio of approximately 4.4:1. These firms exhibit high "additionality," whereby public funds facilitate innovation resulting in tangible outputs. This finding is consistent with the extant literature suggesting that subsidies, when directed at capable and R&D-intensive firms, can be highly effective (Zuo et al., 2022; Sung, 2019).

Conversely, the "Subsidy-Dependent Firms" cluster (n=42) emerges as the most significant policy concern. Despite the fact that these firms have an average organizational maturity of 9.5 years and a considerable employment level of 45 personnel, they absorb an exceptionally high volume of public resources (12.4 million TL) while producing minimal R&D revenue (1.2 million TL) and virtually negligible exports (0.1 million TL). This represents a conversion ratio of merely 0.1:1. This pattern is emblematic of the deadweight loss that critics of industrial policy have identified (Tokila et al., 2008). It appears that these firms have integrated subsidies into their operational business model, utilizing them for survival rather than innovation. This finding calls into question the efficacy of non-selective, universal subsidy programs and strongly suggests that the absence of performance-based conditionality leads to public fund misallocation.

The "R&D-Driven SMEs" profile presents a significant policy implication. While these firms have been successful in terms of innovation, generating significant revenue from R&D relative to the incentives received, their export performance (1.8 million TL) remains substantially limited, indicating a critical commercialization gap. This imbalance indicates the presence of structural impediments during the internationalization phase, underscoring the necessity for policy interventions encompassing not only R&D funding but also market access, export promotion, and international business development (Altuntas et al., 2018; Ramírez-Alesón & Fernández-Olmos, 2018).

The "Early-Stage Startups" (n=84), with an average age of 3.8 years and minimal employment (6 personnel), constitute the largest cluster in terms of numerical representation. These nascent

firms have limited access to public incentives (0.8 million TL) and modest outputs. However, the company's innovation intensity suggests high latent potential, positioning them as future technology suppliers within the ecosystem.

In conclusion, this research demonstrates the critical importance of recognizing firm heterogeneity in innovation policy design and implementation. The findings strongly advocate for a shift away from "one-size-fits-all" incentive schemes towards more sophisticated, selective, and performance-based approaches. It is imperative that policy instruments be tailored to the specific needs and characteristics of different strategic groups. It is imperative to provide high-potential, R&D-driven SMEs with the necessary support to facilitate their internationalization efforts. In contrast, the continued funding of subsidy-dependent, non-innovating firms should be subject to rigorous scrutiny. It is evident that a differentiation of support based on demonstrated performance and strategic orientation is a strategy that policymakers may employ in order to achieve more effective allocation of scarce public resources, minimize deadweight loss, and maximize the innovative potential of technopark ecosystems.

The present study is predicated on cross-sectional data from a single technopark, a limitation that may preclude the study from generalizability. It is recommended that future research employ longitudinal data in order to track the evolution of firms and their movement between clusters over time. The expansion of the analysis to encompass multiple technoparks across a range of geographical regions has the potential to facilitate a more robust understanding of these strategic dynamics.

REFERENCES

Albahari, A., Barge-Gil, A., Pérez-Canto, S., & Modrego, A. (2018). The influence of science and technology park characteristics on firms' innovation results. *Papers in regional science*, *97*(2), 253-280. https://doi.org/10.1111/pirs.12253

Ban, G., Chankoson, T., & Wang, Y. (2025). The impact of public policy on enterprise innovation performance: Panel data on financial subsidy policy. *Heliyon*, *11*(1), e41230. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41230

Beaudry, C., & Breschi, S. (2003). Are firms in clusters really more innovative?. *Economics of innovation and new technology*, *12*(4), 325-342. https://doi.org/10.1080/10438590290020197

Chu, Y., & Yoon, W. (2024). The effect of cluster and firm heterogeneity on knowledge sourcing in an overseas R&D lab. *Innovation*, *26*(4), 495-505. https://doi.org/10.1080/14479338.2022.2906

Cingano, F., Palomba, F., Pinotti, P., & Rettore, E. (2023). Granting more bang for the buck: The heterogeneous effects of firm subsidies. *Labour Economics*, *83*, 102403. https://doi.org/10.1016/j.labeco.2023.102403

Diez-Vial, I., & Fernández-Olmos, M. (2017). The effect of science and technology parks on a firm's performance: a dynamic approach over time. *Journal of Evolutionary Economics*, *27*(3), 413-434. https://doi.org/10.1007/s00191-016-0481-5

Haasnoot, C. W., & de Vaal, A. (2022). Heterogeneous firms and cluster externalities: how asymmetric effects at the firm level affect cluster productivity. *Research Policy*, *51*(6), 104529. https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104529

Jin, Z., Shang, Y., & Xu, J. (2018). The impact of government subsidies on private R&D and firm performance: does ownership matter in China's manufacturing industry?. *Sustainability*, *10*(7), 2205. https://doi.org/10.3390/su10072205

Johnson, A. J., Johnson, H. C., Devadoss, S., & Foltz, J. C. (2011). Strategic group analysis of US food businesses using the two-step clustering method. *International Food and Agribusiness Management Review*, *14*(2), 83-102. https://doi.org/10.22004/ag.econ.103988

Liu, L., & Xu, X. (2025). The effect of government subsidies on firms' innovation performance: does subsidy continuity matter?. *Applied Economics*, *57*(5), 471-487. https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2305160

MacQueen, J. (1967). Multivariate observations. In *Proceedings ofthe 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statisticsand Probability* (Vol. 1, pp. 281-297).

Martínez-Cañas, R., Ruiz-Palomino, P., & Sáez-Martínez, F. J. (2011). A literature review of the effect of science and technology parks on firm performance: A new model of value creation through social capital. *African Journal of Business Management*, *5*(30), 11999. https://doi.org/10.5897/AJBM11.768

Mason, D., Nathan, M., & Overman, H. G. (2023). The What Works Centre for Local Economic Growth: some lessons from the first ten years. In *The What Works Centres* (pp. 113-124). Policy Press. https://doi.org/10.51952/9781447365112.ch009

Nath, D., & Gruca, T. S. (1997). Convergence across alternative methods for forming strategic groups. *Strategic Management Journal*, *18*(9), 745-760. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199710)18:9%3C745::AID-SMJ925%3E3.0.CO;2-U

Porter, M. E. (1979). The structure within industries and companies' performance. *The review of economics and statistics*, 214-227. https://doi.org/10.2307/1924589

Rosário, A. T., & Raimundo, R. (2024). Importance of Competitive Dynamics of Strategic Groups: Opportunities and Challenges. *Administrative Sciences*, *14*(7), 147. https://doi.org/10.3390/admsci14070147

Tokila, A., Haapanen, M., & Ritsilä, J. (2008). Evaluation of investment subsidies: when is deadweight zero?. *International Review of Applied Economics*, *22*(5), 585-600. https://doi.org/10.1080/02692170802287631

Teng, T., Zhang, Y., Si, Y., Chen, J., & Cao, X. (2020). Government support and firm innovation performance in Chinese science and technology parks: The perspective of firm and sub-park heterogeneity. *Growth and Change*, *51*(2), 749-770. https://doi.org/10.1111/grow.12372

Sung, B. (2019). Do government subsidies promote firm-level innovation? Evidence from the Korean renewable energy technology industry. *Energy Policy*, *132*, 1333-1344. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.009

Yan, G., & Zou, L. (2024). Cluster heterogeneity and efficiency of innovation network—Evidence from Shanghai and Taizhou in China. *Growth and Change*, *55*(3), e12729. https://doi.org/10.1111/grow.12729

Zúñiga-Vicente, J. Á., de la Fuente-Sabaté, J. M., & González, I. S. (2004). Dynamics of the strategic group membership–performance linkage in rapidly changing environments. *Journal of Business Research*, *57*(12), 1378-1390. https://doi.org/10.1016/S0148-2963(03)00071-7

Zuo, Z., & Lin, Z. (2022). Government R&D subsidies and firm innovation performance: The moderating role of accounting information quality. *Journal of Innovation & Knowledge*, *7*(2), 100176. https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100176

KRİPTO AİRDROP OYUNLARINDA FİNANSAL SÖMÜRÜ: BİR KATILIMCI GÖZLEM ARAŞTIRMASI

Recep Alper ÇELİK
Bağımsız Araştırmacı
ORCID: 0009-0004-0112-9356

ÖZET

Bu çalışma, kripto airdrop oyunlarının "ücretsiz token" retoriği altında işleyen finansal sömürü mekanizmalarını, yazarın bir yıllık katılımcı gözlem deneyimi Seed, Blum ve Electra projeleri üzerinden ortaya koymaktadır. Temel bulgu, hiç parasal yatırım yapılmamasına rağmen, kullanıcıların zaman, dikkat ve sosyal sermaye gibi en değerli kaynaklarının sistematik olarak metalaştırıldığı ve bu kaynakların projeler tarafından tek taraflı belirlenen kurallarla değersizleştirilebildiğidir. Çalışmada, airdrop oyunlarının kullanıcıların aşırı iyimserlik (Sharot, 2011), batık maliyet yanılgısı (Arkes ve Blumer, 1985) ve çerçeveleme etkisi (Tversky ve Kahneman, 1981) gibi bilişsel önyargılarını sömürdüğü tespit edilmiştir.

Araştırma, üç temel sömürü dinamiğini içermektedir. Bunlardan ilki zamanın emek olarak sömürülmesidir. Seed airdrop örneğinde olduğu gibi, "oyun bitti" denilerek harcanan emeğin değersizleştirilmesi ciddi bir zamansal hayal kırıklığı oluşturmaktadır. İkincisi erişilemez hedefler koyularak oyuna bağlamaktır. Örneğin Blum airdrop'da 120.000 token hedefi ve en az 2 abone bulma oyunda hırs oluşturarak oyunda tutmakta ve ulaşılamadığında dışlamaktadır. Üçüncü olarak ise, proje hedefi token olarak çıksa da Electra airdrop da olduğu gibi proje farklı bir platforma evrilerek katılımcıların farklı bir hedefe yönlendirilmesidir. Ayrıca bu yaşanan durum mevcut regülasyon boşluğu (Goforth, 2019) ve Türkiye'deki denetim eksikliği (BDDK, 2023) kullanıcıları korunmasız bırakmaktadır.

Çalışmanın nihai argümanı, airdrop oyunlarının geleneksel finansal yatırım araçlarından ziyade, kullanıcıyı kaynak sağlayıcı olarak konumlandıran, kuralları asimetrik güçle belirlenen ve gizli maliyetleri yüksek olan birer finansal sömürü ara yüzü olduğudur. Bu bulgular, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan piyasalarda, kripto varlık piyasalarına yönelik düzenlemelerin yalnızca parasal yatırımları değil, kullanıcı emeği ve verisinin korunmasını da kapsayacak şekilde genişletilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kripto airdrop, davranışsal finans, finansal sömürü, bilişsel önyargılar, regülasyon

FINANCIAL EXPLOITATION IN CRYPTO AIRDROP GAMES: A PARTICIPANT OBSERVATION STUDY

ABSTRACT

This study reveals the financial exploitation mechanisms operating under the “free token” rhetoric of crypto airdrop games through the author’s one-year participant observation experience of Seed, Blum and Electra projects. The key finding is that, despite no monetary investment, users' most valuable resources, such as time, attention, and social capital, are systematically commodified and can be devalued by unilaterally set rules by projects. The study found that airdrop games exploit users' cognitive biases, such as excessive optimism (Sharot, 2011), the sunk cost fallacy (Arkes & Blumer, 1985), and the framing effect (Tversky & Kahneman, 1981).

The research covers three basic dynamics of exploitation. The first of these is the exploitation of time as labor. As in the Seed airdrop example, devaluing the effort invested by declaring "game over" creates a serious temporal disappointment. Second, setting unattainable goals and tying players to the game. For example, in the Blum airdrop, the goal of 120,000 tokens and gaining at least two subscribers creates ambition, keeping players in the game, and excluding them if they fail to achieve it. Third, while the project goal is set in tokens, as in the Electra airdrop, the project evolves into a different platform, directing participants to a different goal. Furthermore, this situation leaves users vulnerable due to the existing regulatory gap (Goforth, 2019) and the lack of oversight in Türkiye (BRSA, 2023).

The study's final argument is that airdrop games, rather than traditional financial investment instruments, are interfaces of financial exploitation, positioning users as resource providers, with rules determined by asymmetric power and high hidden costs. These findings suggest that, particularly in emerging markets like Turkey, regulations on cryptoasset markets should be expanded to encompass not only monetary investments but also the protection of user labor and data.

Keywords: Crypto airdrop, behavioral finance, financial exploitation, cognitive biases, regulation

KOBİ'LERDE ESG FARKINDALIĞININ ARTIŞI VE İŞLETME PERFORMANSINA ETKİLERİ: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Ahmet Tarık USTA
Gebze Technical University, Institute of Business Administration, Department of Business Administration, 41400 Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-8136-2550
Nagihan Aktaş
Gebze Technical University, Institute of Business Administration, Department of Business Administration, 41400 Gebze, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-4810-2351

ÖZET

Bu çalışma, küçük ve orta ölçekli işletmelerde çevresel, sosyal ve yönetişim farkındalığının yükselen önemini inceleyerek, söz konusu yaklaşımın işletme performansı üzerindeki etkilerini kavramsal düzeyde değerlendirmektedir. Küresel değer zincirlerinin sürdürülebilirlik kriterleriyle yeniden yapılandığı günümüzde, özellikle Avrupa Birliği'nin karbon sınır mekanizması ve büyük ölçekli alıcıların tedarikçilerden talep ettiği çevresel ve sosyal standartlar, KOBİ'ler için ESG uyumunu zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda ESG'nin KOBİ ölçeğinde çevresel verimlilik, çalışan refahı, iş güvenliği ve kurumsal yönetişim gibi alanlarda uygulanabilir örneklerle somutlaştığı görülmektedir. Farkındalıktaki artışın yalnızca yasal ve dışsal baskılardan değil, aynı zamanda piyasanın sürdürülebilirlik odaklı beklentilerinden ve devlet desteklerinden beslendiği kavramsal olarak ortaya konmuştur.

Çalışmada ESG uygulamalarının işletme performansına çok boyutlu etkileri tartışılmış; enerji ve kaynak verimliliği aracılığıyla maliyetlerin düşmesi, sürdürülebilirlik puanlarının bankacılık sektöründe kredi değerlendirmelerine yansıması, süreç izlenebilirliğinin artması ve operasyonel risklerin azalması gibi etkilerin KOBİ performansını doğrudan güçlendirdiği ifade edilmiştir. Ayrıca sürdürülebilir üretim pratiğinin marka güveni yaratması, müşteri bağlılığını artırması ve özellikle AB pazarında tercih edilirliği yükseltmesi, ESG'nin rekabet avantajı sağlayan stratejik bir unsur olduğunu göstermektedir.

Bu çerçevede çalışma, ESG farkındalığı ile işletme performansı arasındaki ilişkiyi açıklayan bütüncül bir kavramsal model önermektedir. Model, farkındalığın uygulamaya dönüşme sürecini performansın temel belirleyicisi olarak konumlandırmakta; dijitalleşme düzeyi ve işletme boyutunun bu süreci güçlendiren moderatör değişkenler olduğunu ileri sürmektedir. Önerilen model, KOBİ'lerin sürdürülebilirlik temelli bir yönetim anlayışına geçişinde yol gösterici bir teorik çerçeve sunmakta ve gelecekte yapılacak ampirik çalışmalar için açıklayıcı bir temel oluşturmaktadır.

Çalışma, Kaynak Temelli Görüş perspektifinden ele alınmış olup; farkındalığın eyleme dönüşmesinde dijitalleşme ve işletme boyutunun düzenleyici etkisini içeren bütüncül bir model önermektedir.

Anahtar Kelimeler: ESG, KOBİ, Sürdürülebilirlik, İşletme Performansı, Rekabet Gücü

INCREASING ESG AWARENESS IN SMEs AND ITS EFFECTS ON BUSINESS PERFORMANCE: A CONCEPTUAL ASSESSMENT

ABSTRACT

This study conceptually examines the rising importance of environmental, social, and governance awareness among small and medium-sized enterprises and evaluates its implications for firm performance. As global value chains are restructured around sustainability criteria, the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism and the environmental and social standards demanded by large buyers have made ESG compliance increasingly mandatory for SMEs. In this context, ESG translates into practical and applicable domains at the SME level, including environmental efficiency, employee well-being, occupational safety, and corporate governance. The study conceptually demonstrates that the growing awareness is driven not only by regulatory and external pressures but also by market expectations that increasingly prioritize sustainability, as well as by public incentives.

The analysis discusses the multidimensional effects of ESG practices on firm performance, emphasizing that improvements in energy and resource efficiency reduce costs, sustainability scores influence credit assessments within the banking sector, enhanced process traceability strengthens operational control, and reduced risk exposures directly support SME performance. Furthermore, sustainable production practices contribute to brand trust, strengthen customer loyalty, and increase firms' desirability in the EU market, showing that ESG functions as a strategic source of competitive advantage.

Within this framework, the study proposes an integrated conceptual model that explains the relationship between ESG awareness and firm performance. The model positions the transformation of awareness into practice as the primary determinant of performance and argues that digitalization and firm size serve as moderating variables that reinforce this process. Adopting a Resource-Based View perspective, the study offers a holistic model that incorporates the moderating role of digitalization and firm size in translating ESG awareness into action, providing a guiding theoretical structure for SMEs' transition toward sustainability-oriented managerial practices and a foundation for future empirical research.

Keywords: ESG, SMEs, Sustainability, Firm Performance, Competitive Advantage

1. GİRİŞ

Günümüz iş dünyasında sürdürülebilirlik, yalnızca büyük ölçekli şirketlerin stratejik önceliği olmaktan çıkmış; doğrudan ekonomik dayanıklılık, rekabet gücü ve uluslararası piyasalara entegrasyon açısından tüm işletmeler için belirleyici bir unsur hâline gelmiştir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (Environmental, Social, Governance – ESG) yaklaşımı, işletmelerin kaynak kullanımından çalışan haklarına, karbon yönetiminden kurumsal şeffaflığa uzanan kapsamlı bir dönüşüm çerçevesi sunmaktadır. Ancak Türkiye'deki KOBİ'lerin önemli bir bölümü, finansal kısıtlar, bilgi eksikliği ve kurumsal kapasitenin sınırlılığı nedeniyle sürdürülebilirlik gündemine geç uyum sağlamakta; bu durum hem iç pazarda hem de dış ticarette yapısal kırılganlıklar yaratmaktadır (Kumbalı vd., 2022; Demirkaya 2024).

ESG farkındalığının henüz sistematik bir kurumsal kültüre dönüşmemiş olması, KOBİ'lerin uzun vadeli rekabet stratejilerinde önemli boşluklar yaratmaktadır. Küresel ölçekte artan sürdürülebilirlik standartları ve değer zincirlerinde karbon yönetimi talepleri, KOBİ'ler için artık ertelenemez bir dönüşüm baskısı oluşturmaktadır (Braun, 2025). Dolayısıyla ESG farkındalığının güçlendirilmesi, yalnızca çevresel bir zorunluluk değil; aynı zamanda stratejik bir işletme performansı meselesidir.

Türkiye'deki KOBİ'lerin büyük çoğunluğu operasyonel süreçlerini hâlâ kısa vadeli maliyet minimizasyonu anlayışıyla yönetmektedir (Deveciyan vd., 2024). Enerji verimliliği, atık yönetimi, karbon muhasebesi, sosyal uygunluk uygulamaları ve kurumsal yönetişim gibi ESG unsurları çoğu işletmede ya sınırlı düzeyde uygulanmakta ya da yalnızca mevzuat gerekliliklerini karşılayacak ölçüde ele alınmaktadır. Bu durum, KOBİ'lerin uzun vadeli maliyet avantajlarını, verimlilik artışlarını ve marka güvenilirliğini yeterince değerlendirememesine yol açmaktadır.

Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat çerçevesinde uygulamaya koyduğu sınırda karbon düzenlemeleri, tedarik zinciri şeffaflığı ve sürdürülebilir üretim kriterleri, Türkiye'den AB pazarına ihracat yapan işletmeler üzerinde doğrudan baskı oluşturmaktadır (Uyduranoğlu vd., 2023). Yakın gelecekte karbon yoğun ürünlere ek mali yükümlülükler getiren bu düzenlemeler, KOBİ'ler için dış pazarlarda rekabet gücünü koruma açısından ESG uygulamalarını zorunlu hâle getirmektedir. Bu baskı yalnızca çevresel uyumla sınırlı olmayıp kurumsal yönetişim, sosyal standartlar ve raporlama süreçlerini de kapsamaktadır.

Gerek yerel gerekse uluslararası müşteriler, tedarikçilerden sürdürülebilir üretim, düşük karbon ayak izi, etik çalışma koşulları ve yüksek kurumsal şeffaflık talep etmektedir. Yatırımcılar ise finansal risklerin yönetilebilirliği ve uzun vadeli değer yaratma kapasitesini değerlendirirken

ESG göstergelerini temel karar değişkenlerinden biri olarak ele almaktadır (Kuzmina vd., 2023). Bu nedenle ESG farkındalığı düşük olan KOBİ'ler, hem müşteri portföylerini kaybetme hem de finansman maliyetlerinin yükselmesi gibi ciddi performans riskleriyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, KOBİ'lerde giderek önem kazanan ESG farkındalığını çok boyutlu bir perspektiften ele alarak, bu farkındalığın işletme performansı üzerindeki etkilerini kavramsal düzeyde tartışmaktır. Türkiye'deki KOBİ ekosistemi, finansal kırılganlıklar, sınırlı kurumsal kapasite ve hızla değişen düzenleyici çerçeve nedeniyle sürdürülebilirlik uygulamalarına uyumda çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle ESG konusunun yalnızca çevresel bir yükümlülük değil, işletmelerin büyüme, rekabet, finansmana erişim ve uluslararası pazarlara entegrasyon kabiliyetini doğrudan belirleyen stratejik bir yönelim olduğu vurgulanmaktadır.

Çalışma, ESG'nin KOBİ'ler için anlamını tartışmakla sınırlı kalmayıp, bu yaklaşımın işletme performansı açısından nasıl bir değer ürettiğini de kavramsal düzeyde ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu kapsamda ESG'nin çevresel maliyetleri azaltma, sosyal uyum ve çalışan bağlılığını güçlendirme, kurumsal yönetişim yoluyla karar alma kalitesini artırma gibi işletme içi etkileri; bunun yanı sıra müşteri güveni, yatırımcı ilgisi, tedarik zinciri entegrasyonu ve dış pazarlarda rekabet avantajı gibi işletme dışı çıktıları analiz edilmektedir.

Bu çerçevede çalışma, ESG farkındalığının KOBİ'lerde neden kritik bir dönüşüm alanı hâline geldiğini açıklarken, aynı zamanda sürdürülebilirlik odaklı bir yönetim yaklaşımının performans göstergelerini nasıl şekillendirdiğine dair kavramsal bir değerlendirme sunmaktadır. Amaç, konuyu yalnızca tanımlamak değil; KOBİ düzeyinde uygulanabilirliği, stratejik gerekliliği ve uzun vadeli etkileriyle birlikte tartışarak literatürdeki boşluklardan birine katkı sunmaktır. Çalışma, anlatısal literatür taraması yöntemiyle hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında Web of Science ve Scopus tabanlarında "ESG", "SME Performance" ve "Sustainability" anahtar kelimeleriyle tarama yapılmış; özellikle son 5 yılda yayınlanan çalışmalar incelenerek KOBİ özeline odaklanan teorik ve ampirik bulgular sentezlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. ESG Kavramı ve Boyutları

ESG yaklaşımı, işletmelerin çevresel etkilerini azaltma, sosyal sorumluluklarını yerine getirme ve kurumsal yönetişim süreçlerini güçlendirme hedeflerini bütüncül bir çerçevede ele alan stratejik bir yönetim anlayışını ifade etmektedir (Annesi vd., 2025). KOBİ'ler açısından bu çerçeve hem mevcut operasyonel pratiklerin iyileştirilmesi hem de uzun vadeli sürdürülebilir büyümenin güvence altına alınması için kritik bir yol gösterici niteliği taşımaktadır. ESG'nin

üç boyutu birlikte değerlendirildiğinde, işletmelerin yalnızca finansal değil; çevresel, toplumsal ve kurumsal performans bakımından da ölçülebilir bir değer üretmesi hedeflenmektedir.

ESG'nin çevresel boyutu, enerjinin verimli kullanımı, hammadde tüketiminin azaltılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve karbon emisyonlarının ölçülerek azaltılması gibi temel uygulamalara dayanmaktadır (Sharma vd., 2023). KOBİ'ler için bu çerçevede atılabilecek basit fakat etkili adımlar mevcuttur: üretim alanlarında enerji tasarruflu ekipman kullanımı, su tüketiminin takibi, atıkların ayrıştırılması, düşük karbonlu lojistik çözümlerinin tercih edilmesi ve temel seviyede bir karbon ayak izi ölçümünün yapılması bunlardan bazılarıdır. Bu tür uygulamalar hem maliyetleri düşürmekte hem de işletmenin çevresel sorumluluğunu görünür kılmaktadır.

Sosyal boyut ise çalışan haklarının korunması, güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması, çalışan bağlılığının geliştirilmesi ve işletmenin faaliyet gösterdiği toplumla kurduğu ilişkilerin güçlendirilmesini kapsamaktadır (Arslan ve Yağcılar, 2023). KOBİ düzeyinde sosyal performansı artırmanın yolu, çalışanların temel haklarının gözetildiği, iş güvenliği standartlarının uygulandığı ve iç iletişimin güçlü olduğu bir kurumsal kültür oluşturmaktan geçmektedir. Ayrıca toplumsal faydaya katkı sunan küçük ölçekli sosyal sorumluluk projeleri, bölgesel STK iş birlikleri ve etik çalışma koşullarının sürdürülmesi, işletmenin toplumsal itibarını güçlendiren önemli unsurlardır. Bu boyut, özellikle işgücü devir hızını azaltması ve nitelikli çalışanları çekmesi bakımından KOBİ performansı üzerinde doğrudan etkilidir.

Yönetişim boyutu ise işletmelerin karar alma süreçlerinin şeffaflığı, hesap verebilirlik düzeyi, etik kurallara bağlılığı ve kurumsal yönetim yapısının etkinliği ile ilgilidir (Şeker ve Şengür, 2022). KOBİ'lerde çoğu zaman yönetim süreçleri tek bir kişi ya da dar bir yönetim ekibi üzerinden yürüdüğü için, yönetişim mekanizmalarının güçlendirilmesi daha da kritik hâle gelmektedir. Temel seviyede dahi olsa yazılı prosedürler oluşturmak, görev-ve-sorumluluk şemalarını netleştirmek, etik kodları tanımlamak ve finansal raporlamada şeffaf bir yaklaşım benimsemek, kurumsal yönetişimi güçlendiren önemli adımdır. Bu tür uygulamalar hem işletme içi koordinasyonu artırmakta hem de müşteriler, yatırımcılar ve denetleyici kurumlar gözünde güvenilirliği pekiştirmektedir (Ateeq vd., 2025).

Bu üç bileşen bir arada değerlendirildiğinde ESG, KOBİ'lerin yalnızca çevresel ve sosyal yükümlülüklerini yerine getirmesi için bir rehber olmakla kalmamakta; aynı zamanda kurumsal etkinliği artıran, operasyonel riskleri azaltan ve işletme performansını çok boyutlu biçimde güçlendiren stratejik bir yönetim modeline dönüşmektedir. Teorik açıdan bu dönüşüm, Kaynak Temelli Görüş çerçevesinde değerlendirilebilir. Bu kurama göre, ESG uygulamaları işletmeler için taklit edilmesi zor, nadir ve değerli bir 'gayri maddi varlık niteliğindedir (Bhandari vd.,

2022). KOBİ'lerin ESG farkındalığını bir içsel yetenek olarak geliştirmesi, rakiplerine kıyasla sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmelerinin teorik zeminini oluşturmaktadır.

2.2. KOBİ'lerde ESG Farkındalığının Gelişimi

KOBİ'lerde ESG farkındalığının son yıllarda belirgin bir şekilde yükselmesinde uluslararası düzenlemeler, tedarik zinciri baskıları ve ulusal politika yönelimleri birlikte etkili olmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği'nin karbon sınır düzenlemesi (CBAM) kapsamında karbon yoğun ürünlere ek mali yükümlülükler getirme hazırlığı, Türkiye'deki ihracatçı KOBİ'leri doğrudan etkileyen kritik bir faktör haline gelmiştir. Bu düzenlemelerin uygulanmaya başlanmasıyla birlikte ihracat pazarlarını korumak isteyen işletmeler, karbon yönetimi, enerji verimliliği, atık azaltımı ve temel ESG raporlama süreçleri gibi alanlarda kurumsal kapasite oluşturma ihtiyacını artık ertelenemez bir gereklilik olarak görmeye başlamıştır. Dolayısıyla ESG farkındalığındaki artış, gönüllü bir yönelimden çok, dış ticaretin sürdürülebilirliği açısından stratejik bir zorunluluğa dönüşmüştür.

Bu farkındalığı artıran bir diğer önemli unsur, büyük ölçekli alıcıların ve küresel markaların tedarikçilerden talep ettiği sürdürülebilirlik standartlarıdır. Çok uluslu şirketler, tedarik zincirlerinde çevresel etkiyi düşürmek, sosyal uygunluğu sağlamak ve yönetişim risklerini en aza indirmek amacıyla KOBİ'lerden belirli ESG kriterlerini karşılamalarını beklemektedir. Tekstil, otomotiv, kimya ve gıda gibi sektörlerde faaliyet gösteren KOBİ'ler, artık büyük müşterilerle çalışabilmek için karbon ayak izi ölçümü, kimyasal uyum sertifikaları, iş güvenliği standartları, insan hakları beyanları ve süreç şeffaflığı gibi uygulamaları temel gereklilik olarak yerine getirmek durumundadır. Bu nedenle ESG farkındalığındaki yükseliş, piyasanın kendisi tarafından yaratılan yapısal bir talep niteliği taşımaktadır.

Buna ek olarak devlet teşvikleri, yeşil dönüşüm programları ve artan raporlama beklentileri de KOBİ'leri ESG konusuna daha fazla yönlendirmektedir. Yeşil teknolojilere, enerji verimliliği yatırımlarına ve sürdürülebilir üretim uygulamalarına sağlanan destek mekanizmaları, işletmelerin dönüşüm motivasyonunu güçlendirmekte; aynı zamanda belirli sektörlerde raporlama ve izleme yükümlülükleri ESG'nin kurumsal düzeyde dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır (Kurt ve Cavlak, 2022). Böylece ESG farkındalığı hem dış baskılar hem de iç politika yönelimleriyle giderek kurumsallaşan bir alana dönüşmektedir.

Öte yandan KOBİ'lerde ESG uygulamalarının hayata geçirilmesi hala önemli yapısal zorluklar içermektedir. En temel sorunların başında finansman yetersizliği gelmektedir. Enerji verimliliği yatırımları, atık yönetimi altyapısı, dijital izleme sistemleri veya kurumsal yönetişim mekanizmaları belirli bir maliyet gerektirmekte; sınırlı sermaye yapısına sahip KOBİ'ler bu yatırımları önceliklendirmekte zorlanmaktadır. Bir diğer zorluk ise işletme içinde ESG

süreçlerini yürütecek uzman personelin bulunmamasıdır. Pek çok KOBİ'de sürdürülebilirlik, kalite kontrol veya çevre yönetimi gibi alanlar tek bir kişinin üzerine yüklenmekte; bu durum hem uygulamaların derinliğini hem de sürekliliğini sınırlamaktadır.

Ayrıca düşük dijitalleşme seviyesi de ESG uygulamalarının önündeki kritik engellerden biridir. Karbon ölçümü, enerji takibi, raporlama, tedarik zinciri uyum analizleri gibi süreçler belirli bir dijital altyapı gerektirmektedir. Dijitalleşme düzeyi düşük olan KOBİ'ler, veri toplayamadıkları için ölçememekte; ölçemedikleri için yönetememekte; dolayısıyla ESG performansını sistematik biçimde geliştirememektedir. Bu nedenle ESG farkındalığındaki artış, uygulamaya dönüştürülemediğinde sınırlı bir etki yaratmakta; KOBİ'ler için hem stratejik hem operasyonel bir açmaz oluşmaktadır.

Bu bağlamda, KOBİ'lerde ESG farkındalığı hem dış baskıların hem de iç dinamiklerin etkisiyle hızla artmakla birlikte, bu farkındalığın günlük yönetim uygulamalarına yansıması halen çeşitli yapısal engeller nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Bu dual durum, ESG'nin KOBİ performansı açısından neden kritik bir dönüşüm alanı olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

2.3. ESG'nin İşletme Performansına Etkileri

ESG yaklaşımının KOBİ'lerde işletme performansına etkileri, son yıllarda literatürde giderek daha fazla tartışılan bir konu haline gelmiştir (Chen vd., 2023; Yu vd., 2024). Kavramsal olarak değerlendirildiğinde ESG, yalnızca çevresel ve sosyal sorumluluk çerçevesi sunmaktan öteye geçerek, işletmelerin finansal gücünü, operasyonel etkinliğini ve rekabet avantajını doğrudan şekillendiren çok boyutlu bir performans aracına dönüşmektedir. Bu nedenle ESG'nin işletme performansı üzerindeki etkilerini anlamak, KOBİ'lerin sürdürülebilir büyüme stratejilerini tasarlarken kritik bir öneme sahiptir.

Finansal performans açısından bakıldığında ESG uygulamalarının en görünür etkilerinden biri maliyet yapısının iyileşmesidir. Enerji verimliliği, su tüketiminin azaltılması, atık yönetiminde geri kazanım oranlarının artırılması gibi çevresel uygulamalar, KOBİ'lerin hem değişken maliyetlerinde hem de uzun vadeli giderlerinde belirgin düşüşler yaratmaktadır. Enerji tasarruflu ekipman kullanımı, basit davranışsal değişiklikler, üretim hattındaki küçük optimizasyonlar dahi işletmenin finansal yükünü azaltarak doğrudan kârlılığı artırmaktadır. Bununla birlikte ESG uyumu, KOBİ'lerin finansmana erişim süreçlerinde de belirleyici olmaya başlamıştır. Bankalar, sürdürülebilirlik risklerini kredi risk modellerine dâhil ettiği için ESG performansı güçlü işletmeler daha uygun faiz oranları, daha yüksek kredi skorları ve yeşil finansman araçlarına erişim gibi avantajlardan yararlanabilmektedir (Doğan vd. 2025). Dolayısıyla ESG uygulamaları, yalnızca maliyetleri azaltmakla kalmayıp, finansman maliyetlerini iyileştirerek işletmenin finansal esnekliğini de artırmaktadır. Ancak literatürdeki

iyimser tabloya rağmen, KOBİ'ler için ESG uyum süreci kısa vadede ciddi bir ödünleşim içermektedir. Yeşil dönüşüm yatırımlarının geri dönüş sürelerinin uzun olması ve sertifikasyon maliyetleri, nakit akışı sınırlı olan KOBİ'ler üzerinde finansal baskı yaratabilmektedir. Ayrıca, yeterli altyapı olmadan yapılan yüzeysel uygulamalar, işletmeleri Yeşil Aklama riskiyle karşı karşıya bırakarak itibar kaybına yol açma potansiyeli taşımaktadır (Fu vd. 2025).

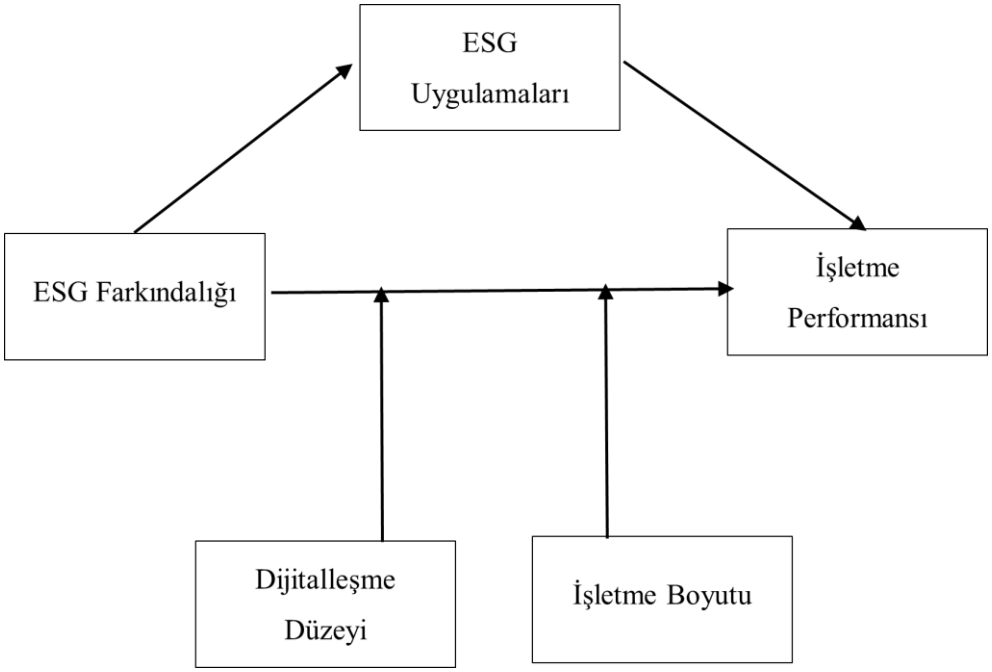
Operasyonel performans boyutunda ESG, süreçlerin disipline edilmesini ve operasyonel risklerin daha iyi yönetilmesini sağlayan bir işleyiş mantığı sunmaktadır. Enerji ve kaynak kullanımının ölçülmesi, atık süreçlerinin kontrol altına alınması, iş güvenliği standartlarının uygulanması ve yönetişim yapılarının güçlendirilmesi gibi uygulamalar, verimlilik artışına doğrudan katkı sağlamaktadır. ESG kapsamında yapılan iyileştirmeler sayesinde hatalı üretim oranları azalmakta, ekipman arızaları daha etkin yönetilmekte, iş kazaları düşmekte ve süreçlerin izlenebilirliği artmaktadır. Bu durum hem operasyonel riskleri azaltmakta hem de süreçlerin daha öngörülebilir ve standart bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Ölçme ve raporlama kültürünün gelişmesi, KOBİ'lerin operasyonel karar alma süreçlerini güçlendirerek daha rasyonel ve veriye dayalı yönetim modellerine geçişini desteklemektedir.

Rekabet gücü ve pazarlama performansı bağlamında ESG, KOBİ'ler için özellikle dış pazarlara açılma ve müşteri ilişkilerinde önemli fırsatlar yaratmaktadır. AB'deki düzenlemeler ve sürdürülebilir ürün talebinin artması, Türk KOBİ'leri açısından ESG'yi doğrudan rekabet faktörü haline getirmiştir. AB'de faaliyet gösteren büyük alıcılar, tedarikçilerinden karbon ayak izi ölçümü, sosyal uygunluk belgeleri ve etik üretim koşullarını karşılamalarını beklemektedir. Bu kriterleri yerine getiren KOBİ'ler, uluslararası müşteri ağlarında daha avantajlı bir konuma geçmekte ve ihracat süreçlerinde tercih edilirlikleri artmaktadır. Ayrıca ESG uygulamaları, marka güvenini ve kurumsal itibarı güçlendiren önemli bir pazarlama aracıdır. Sosyal sorumluluğa duyarlı üretim pratikleri, şeffaf raporlama ve etik yönetim yapısı, işletmenin hem mevcut müşterilerinin güvenini artırmakta hem de yeni müşteri segmentlerine erişimini kolaylaştırmaktadır. Bu kapsamda ESG, KOBİ'lerin pazarlama performansını güçlendiren stratejik bir görünürlük ve güven unsuru hâline gelmektedir.

Söz konusu çalışmalar doğrultusunda ESG, finansal, operasyonel ve rekabetçi performans göstergeleri üzerinde bütünsel ve birbirini güçlendiren etkiler yaratan bir yönetim yaklaşımıdır. KOBİ'ler açısından ESG uygulamalarının benimsenmesi, yalnızca çevresel bir uyum çabası değil; aynı zamanda işletmenin finansal dayanıklılığını artıran, operasyonel risklerini azaltan ve uluslararası pazarlarda sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan stratejik bir performans aracıdır. Bu nedenle ESG, giderek KOBİ'lerin uzun vadeli büyüme ve kurumsallaşma süreçlerinde merkezî bir rol üstlenmektedir.

3. KAVRAMSAL MODEL ÖNERİSİ

KOBİ'lerde ESG farkındalığının işletme performansına nasıl ve hangi mekanizmalar aracılığıyla etki ettiğini açıklayabilmek için çalışmada bütüncül bir kavramsal model önerilmektedir. Modelin temel varsayımı, işletmelerde ESG farkındalığının artmasının, önce belirli ESG uygulamalarının benimsenmesine yol açtığı; bu uygulamaların da finansal, operasyonel ve rekabetçi performans göstergelerinde iyileşme yarattığı yönündedir. Dolayısıyla önerilen yapı (bkz. Şekil 1), ESG farkındalığı → ESG uygulamaları → İşletme performansı şeklinde ilerleyen bir nedensel zinciri kapsamaktadır. Bu yaklaşım, işletmelerde sürdürülebilirlik bilincinin tek başına performansı yükseltmeye yetmediği; ancak bu bilincin kurumsal uygulamalara dönüştüğü ölçüde anlamlı bir performans çıktısı ürettiği varsayımına dayanmaktadır (Hörisch vd., 2020; Tze San vd., 2022). Literatürde Tutum-Davranış Boşluğu olarak tanımlanan olgu, farkındalığın her zaman uygulamaya dönüşmediğini göstermektedir. KOBİ yöneticileri ESG'nin önemine inansa bile (farkındalık), finansal bariyerler veya teknik yetersizlikler (niyetin eyleme dönüşememesi) süreci kesintiye uğratmaktadır. Bu nedenle modelde yer alan dijitalleşme ve işletme boyutu değişkenleri, bu boşluğu kapatan ve niyeti eyleme dönüştüren kritik kolaylaştırıcılar olarak kurgulanmıştır. Böylece farkındalık, performans üzerinde doğrudan değil, uygulamalar üzerinden dolaylı bir etki yaratmaktadır.



Şekil 2: Kavramsal Model Önerisi

Modelde bu temel ilişkinin yanı sıra süreci şekillendiren kritik moderatör değişkenler de bulunmaktadır. Özellikle dijitalleşme düzeyi, KOBİ'lerde ESG uygulamalarının etkin bir şekilde hayata geçirilmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Dijital altyapısı güçlü olan

işletmeler; enerji ve kaynak tüketimini daha doğru ölçebilmekte, karbon ayak izini izleyebilmekte, tedarik zinciri verilerini daha hızlı analiz edebilmekte ve raporlama süreçlerini daha tutarlı biçimde yürütebilmektedir. Dolayısıyla dijitalleşme seviyesi yükseldikçe ESG uygulamalarının performansa olan etkisinin güçleneceği; düşük dijitalleşme düzeyinde ise bu etkinin zayıflayacağı beklenmektedir. Benzer şekilde işletme boyutu da moderatör değişken olarak ele alınabilir; daha büyük ölçekli KOBİ'lerin hem kurumsal kapasite hem de finansal kaynaklar açısından ESG uygulamalarını hayata geçirme olasılığı daha yüksektir. Bu nedenle işletme boyutunun, ESG uygulamalarının performansa yansıma derecesini güçlendiren bir unsur olarak rol oynadığı düşünülmektedir.

Bu ilişkinin literatürde karşılığı bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalar, sürdürülebilirlik veya çevresel farkındalığın tek başına performans artışı yaratmadığını; ancak operasyonel süreçlere entegre edildiğinde maliyet azaltma, verimlilik artışı ve rekabet avantajı sağladığını göstermektedir (Tan vd., 2022). Aynı şekilde dijitalleşmenin sürdürülebilirlik uygulamalarını güçlendiren kritik bir unsur olduğu, özellikle enerji yönetimi, atık takibi ve süreç izlenebilirliği açısından dönüşümün dijital araçlarla hızlandığı literatürde geniş biçimde tartışılmaktadır (Yeşilyaprak, 2025). Bu çerçevede önerilen model, hem mevcut araştırmalar tarafından desteklenen hem de KOBİ'lerin özgün koşullarına uyarlanabilen açıklayıcı bir yapı sunmaktadır.

Önerilen model, ESG farkındalığını tek başına bir çıktı değil, performansı etkileyen bir başlangıç noktası olarak kavramsallaştırmakta; bu farkındalığın uygulamaya dönüşme derecesini belirleyen dijitalleşme ve işletme boyutu gibi faktörlerin süreci şekillendirdiğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, KOBİ'lerde ESG-performans ilişkisini çok boyutlu ve gerçekçi bir biçimde ele alarak çalışmanın teorik katkısını güçlendirmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

ESG yaklaşımı, KOBİ'ler açısından artık gönüllülüğe dayalı bir tercih olmaktan çıkmış; dış ticaret baskıları, müşteri beklentileri ve düzenleyici çerçevedeki dönüşümler nedeniyle stratejik bir zorunluluğa dönüşmüştür. Çalışmanın genel bulguları, sürdürülebilirlik odaklı yönetim anlayışının KOBİ'lerin rekabet gücünü doğrudan etkilediğini, özellikle uluslararası pazarlarda ayakta kalabilmek için ESG çerçevesine uyumun kritik bir koşul haline geldiğini göstermektedir. Bu çerçevede ESG farkındalığı, yalnızca çevresel duyarlılığı artıran bir unsur değil; performansın çok boyutlu gelişimine katkı sağlayan temel bir yönetim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. ESG uygulamalarını benimseyen KOBİ'lerin hem maliyet avantajı elde ettiği hem de sürdürülebilirlik beklentilerinin yükseldiği pazarlarda daha güçlü bir marka konumlandırmasına sahip olduğu görülmektedir (Su, 2025).

Bu doğrultuda KOBİ'lerin ESG uyumunu güçlendirmesi için uygulanabilir bir yol haritası oluşturulması önem taşımaktadır. İlk adım olarak işletmelerin kendi çevresel ve sosyal etkilerini basit ölçüm araçlarıyla değerlendirmesi, enerji tüketimi, atık yönetimi ve iş güvenliği gibi temel alanlarda durum analizi yapması gerekmektedir. İkinci aşamada bu analizlere dayalı olarak küçük ölçekli iyileştirme adımları planlanmalı; enerji verimliliği uygulamaları, temel karbon ölçümü, çalışan memnuniyeti ve iş sağlığı güvenliği standartlarının iyileştirilmesi gibi konular önceliklendirilmeli; süreçler kademeli olarak yazılı hale getirilmelidir. Üçüncü aşamada ise tedarik zinciri standartları, sürdürülebilirlik raporlaması, kurumsal yönetişim mekanizmaları ve dijital izleme altyapıları gibi daha gelişmiş uygulamalara geçiş sağlanmalıdır. Bu yol haritası, KOBİ'lerin adım adım, yönetilebilir bir dönüşüm süreci içerisinde ESG performanslarını geliştirmelerine olanak tanımaktadır.

Bu süreçte devlet teşvikleri, sürdürülebilir üretim programları, yeşil finansman araçları ve karbon odaklı destek mekanizmaları KOBİ'ler için kritik öneme sahiptir. Enerji verimliliği yatırımlarına sağlanan hibeler, yeşil dönüşüm programları, dijitalleşme destekleri ve sürdürülebilirlik eğitimleri, işletmelerin kurumsal kapasitesini güçlendiren önemli politika araçlarıdır. Ayrıca teknoparklar ve organize sanayi bölgeleri de KOBİ'lerin ESG uyum süreçlerinde stratejik bir rol oynayabilir; işletmelere sürdürülebilirlik danışmanlığı, dijital dönüşüm desteği, raporlama altyapısı ve ekosistem iş birlikleri sunarak dönüşümün hızlanmasına katkıda bulunabilir. Bu tür kurumsal destek mekanizmaları, ESG farkındalığını uygulamaya dönüştürme sürecini kolaylaştırmakta ve KOBİ'lerin rekabet gücünü uzun vadeli olarak artırmaktadır.

Sonuç olarak çalışma, ESG'nin KOBİ'ler için yalnızca bir uyum alanı değil, aynı zamanda sürdürülebilir büyüme, performans artışı ve uluslararası rekabet açısından vazgeçilmez bir stratejik çerçeve olduğunu ortaya koymaktadır. ESG uygulamalarının işletme performansına sağladığı avantajlar, KOBİ'lerin bu alana sistematik biçimde yönelmesi gerektiğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın önerdiği kavramsal model ve yol haritası, hem politika yapıcılar hem de uygulayıcılar açısından önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Annesi, N., Battaglia, M., Ceglia, I., & Mercuri, F. (2025). Navigating paradoxes: Building a sustainable strategy for an integrated ESG corporate governance. *Management Decision*, *63*(2), 531-559.

Arslan, Z., & Yağcılar, G. G. (2023). Sürdürülebilir finans kapsamında çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) ile banka karlılığı arasındaki ilişki üzerine uluslararası bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, *14*(40), 1236-1263.

Ateeq, A., Saeed, J., & Ateeq, R. A. (2025). Enhancing Corporate Sustainability Through Transparency and Accountability: A Strategic Approach for Environmental and Social Governance. In *Big Data in Finance: Transforming the Financial Landscape* (pp. 483-490). Springer, Cham.

Bhandari, K. R., Ranta, M., & Salo, J. (2022). The resource-based view, stakeholder capitalism, ESG, and sustainable competitive advantage: The firm's embeddedness into ecology, society, and governance. *Business Strategy and the Environment*, *31*(4), 1525-1537.
Braun, T. (2025). Corporate Sustainability Reporting Directive–engagement of SMEs into the EU multilevel sustainability enforcement system. *Journal of Global Responsibility*, 1-23.
Chen, S., Song, Y., & Gao, P. (2023). Environmental, social, and governance (ESG) performance and financial outcomes: Analyzing the impact of ESG on financial performance. *Journal of environmental management*, *345*, 118829.
Demirkaya, M. A. (2014). *Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde ("Kobi") Finansal Planlama ve Finansal Risk Yönetimi Yolu İle Sürdürülebilirliğin Sağlanması ve Bir Uygulama Örneği* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).
Deveciyan, M. E. R. İ., & Bataklar, S. (2024). Sustainable Turkish SMEs: challenges and opportunities in adopting green competitive strategies. *Revista Amazonia Investiga*, *13*(78).
Doğan, M., Chelery Komath, M. A., & Sayilir, Ö. (2025). Credit rating prediction with ESG data using data mining methods. *Future Business Journal*, *11*(1), 79.
Fu, Y., Wang, S., Wang, S., Chen, S., & Jiang, B. (2025). The green fog: the negative fallout of greenwashing on corporate reputation. *Social Responsibility Journal*.
Hörisch, J., Wulfsberg, I., & Schaltegger, S. (2020). The influence of feedback and awareness of consequences on the development of corporate sustainability action over time. *Business Strategy and the Environment*, *29*(2), 638-650.
Kumbalı, H. Ç., İncekara, M., & Sarıkaya, M. (2022). KOBİ'lerde Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirlik: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Karşilaştirmasi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *13*(26), 789-823.
Kurt, E. S., & Cavlak, H. (2022). Kurumsal raporlama ekosistemi: unsurlar, düzenlemeler ve öngörüler. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, *24*(MODAVICA Özel Sayısı), 298-330.
Kuzmina, J., Maditinos, D., Norena-Chavez, D., Grima, S., & Kadłubek, M. (2023). ESG integration as a risk management tool within the financial decision-making process. In *Digital Transformation, Strategic Resilience, Cyber Security and Risk Management* (pp. 105-113). Emerald Publishing Limited.
Sharma, M., Shah, J. K., & Joshi, S. (2023). Modeling enablers of supply chain decarbonisation to achieve zero carbon emissions: an environment, social and governance (ESG) perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(31), 76718-76734.
Su, Ü. B. (2025). ESG skoru ve alt boyutlarının borçlanma maliyetleri üzerindeki etkisi: BIST 100 uygulaması.
Şeker, Y., & Şengür, E. (2022). Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (Esg) Performansı: Uluslararası Bir Araştırma. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, *15*(2), 349-387.
Tan, K., Siddik, A. B., Sobhani, F. A., Hamayun, M., & Masukujjaman, M. (2022). Do environmental strategy and awareness improve firms' environmental and financial performance? The role of competitive advantage. *Sustainability*, *14*(17), 10600.
Tze San, O., Latif, B., & Di Vaio, A. (2022). GEO and sustainable performance: the moderating role of GTD and environmental consciousness. *Journal of Intellectual Capital*, *23*(7), 38-67.
Uyduranoğlu, A., Gevrek, Z. E., & Acar, S. (2023). Avrupa yeşil mutabakati'na uyum çerçevesinde türkiye'deki işletmelerin emisyon ticaretine verdikleri desteği etkileyen faktörler. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, *22*(1), 257-289.
Yeşilyaprak, M. (2025). Dijitalleşmenin Sürdürebilirlik Üzerindeki Etkisi: Lojistik Sektörü. *Beykoz Akademi Dergisi*, *13*(1), 569-587.
Yu, Z., Farooq, U., Alam, M. M., & Dai, J. (2024). How does environmental, social, and governance (ESG) performance determine investment mix? New empirical evidence from BRICS. *Borsa Istanbul Review*, *24*(3), 520-529.

TÜKETİCİ PSİKOLOJİSİ

Kader ÇAKMAK
Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı 21100 Yenişehir, Diyarbakır
ORCID ID: 0009-0006-0415-1633

ÖZET

Son yıllarda hızla dijitalleşen ve ekonomik değişimler yaşayan Türkiye'de, tüketici davranışlarının ardındaki psikolojik dinamikleri anlamak büyük önem taşımaktadır. Bu raporun temel amacı, Türk tüketicilerinin satın alma ve karar verme süreçlerini etkileyen psikolojik, kültürel ve sosyal faktörleri derinlemesine incelemektir. Çalışmada, tüketici davranışları literatüründeki güncel akademik çalışmalar, literatür taraması yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma, Türk tüketicisinin sosyoekonomik yapısını, aile ilişkilerini ve kültürel alışkanlıklarını merkeze alarak, fiyat algılamasından marka sadakatine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Elde edilen bulgular, tüketici karar verme süreçlerinin yalnızca rasyonel değil, aynı zamanda duygusal tepkiler ve bilinçdışı etkenlerle (bilişsel yanlılıklar) şekillendiğini göstermektedir. Ayrıca, marka algısı ve sadakati için güven temelli duygusal bağların kritik olduğu, sosyal çevrenin (aile, arkadaşlar) ve toplumsal normların alışveriş alışkanlıkları üzerinde güçlü bir yönlendirici rol oynadığı tespit edilmiştir. Dijitalleşmenin etkisiyle, çevrimiçi alışveriş ve sosyal medyanın genç tüketici kitlesi üzerindeki psikolojik etkileri vurgulanmıştır. Sonuç olarak, tüketici psikolojisinin çok katmanlı bir süreç olduğu ve etkili pazarlama stratejilerinin, Türk tüketicisinin kültürel değerlerine ve psikolojik ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Gelecekte, nöropazarlama gibi yeni teknolojilerin tüketici davranışlarını daha derinlemesine analiz etmede kilit rol oynayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tüketici Psikolojisi, Türk Tüketicisi, Satın Alma Davranışı, Marka Sadakati, Duygusal Pazarlama, Dijitalleşme.

CONSUMER PSYCHOLOGY

ABSTRACT

In Türkiye, where rapid digitalization and economic shifts have been observed in recent years, understanding the psychological dynamics behind consumer behaviors is of paramount importance. The primary objective of this report is to deeply examine the psychological, cultural, and social factors that influence the purchasing and decision-making processes of Turkish consumers.The study employed a literature review method and thematic analysis, focusing on current academic works within the consumer behavior literature. The research

encompasses a wide range of topics, from price perception to brand loyalty, with a central focus on the socioeconomic structure, family relationships, and cultural habits unique to the Turkish consumer.The findings reveal that consumer decision-making processes are not solely rational but are also shaped by emotional responses and unconscious factors (such as cognitive biases). It was also determined that trust-based emotional connections are crucial for brand perception and loyalty, and that the social environment (family, friends) and societal norms play a strong guiding role in shopping habits. The impact of digitalization, particularly online shopping and social media, on the psychology of the younger consumer demographic is highlighted.In conclusion, consumer psychology is a multilayered process, and effective marketing strategies must be designed in accordance with the cultural values and psychological needs of the Turkish consumer. Future research is anticipated to leverage new technologies like neuromarketing to analyze consumer behaviors even more profoundly.

Keywords: Consumer Psychology, Turkish Consumer, Purchasing Behavior, Brand Loyalty, Emotional Marketing, Digitalization.

GİRİŞ

Küreselleşme, dijitalleşme ve ekonomik dalgalanmalar, Türkiye'de tüketici davranışlarının yapısını önemli ölçüde değiştirmiştir. Tüketicilerin karar verme süreçleri artık yalnızca fiyat ve ürün özellikleri gibi rasyonel değerlendirmelerle sınırlı değildir; duygular, algılar, sosyal normlar, kültürel değerler ve bilinçdışı süreçler satın alma davranışlarını aktif biçimde şekillendirmektedir. Bu durum, tüketiciyi anlamaya yönelik psikolojik perspektiflerin önemini daha da artırmıştır. Türkiye'nin ekonomik yapısındaki sürekli değişim; enflasyon, fiyat algısı, ekonomik güvensizlik ve satın alma gücündeki dalgalanmalar gibi faktörlerin tüketici davranışlarına doğrudan yansımasına neden olmaktadır.

Aynı zamanda, sosyal medya kullanımının yaygınlaşması, çevrimiçi alışveriş oranlarının artması ve dijital reklamcılığın kişiselleşmesi, tüketicilerin bilgiye erişimini kolaylaştırırken karar süreçlerini de karmaşıklaştırmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de tüketici psikolojisini belirleyen temel faktörleri literatür ışığında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Psikolojik süreçler (motivasyon, algı, tutum, duygu, bilişsel yanlılıklar), sosyal-kültürel etkenler (aile yapısı, sosyal çevre, normlar) ve dijital davranış dinamikleri (sosyal medya etkisi, online alışveriş, dijital reklamcılık) incelenerek Türk tüketicisinin davranış modeli bütünsel bir perspektiften ele alınmıştır.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Literatür taraması

Bu araştırma tüketici psikolojisi üzerine yapılan mevcut akademik çalışmaları inceleyerek, tüketici davranışlarını etkileyen psikolojik faktörleri anlamayı amaçlamaktadır. Araştırma, literatür taraması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sürecinde, tüketici psikolojisini şekillendiren farklı psikolojik, sosyal ve kültürel faktörler üzerine yapılan akademik çalışmalara odaklanılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda, tüketici davranışı, psikolojik süreçler, karar verme süreçleri ve , duygusal pazarlama gibi anahtar kavramlar ele alınmıştır. Literatürdeki çalışmalar, tüketicilerin psikolojik süreçlerinin nasıl şekillendiğini ve bu süreçlerin tüketici kararlarını nasıl etkilediğini açıklayan modeller üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca, sosyal etmenlerin, toplumsal normların ve kültürel faktörlerin tüketici psikolojisi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır.

Literatür taraması kapsamında, özellikle son on yılda yayımlanan çalışmalar tercih edilmiştir çünkü bu dönemde yapılan araştırmalar, tüketici psikolojisi ve pazarlama stratejileri arasındaki ilişkinin daha net bir şekilde ortaya konmasını sağlamaktadır. Literatür taraması sırasında tematik analiz ve karşılaştırmalı analiz yöntemleri kullanılmış, farklı kültürel ve demografik gruplarda tüketici psikolojisinin nasıl farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu analizler, tüketicilerin markalarla ilişkilerini, fiyat algılamalarını ve reklam stratejilerine verdikleri tepkileri daha iyi anlamamıza olanak sağlamıştır. Bunun yanı sıra, literatür taraması ile elde edilen bulgular, tüketici psikolojisini şekillendiren faktörlerin ve bu faktörlerin pazarlama stratejileriyle nasıl bir etkileşim içinde olduğunu gösteren kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır. Ancak, literatür taraması yalnızca yazılı kaynaklarla sınırlı kaldığı ve bazı metodolojik farklılıklar barındırdığı için, araştırmanın bulguları tam anlamıyla evrensel olmayabilir ve bu alanda yapılacak saha çalışmalarıyla desteklenmesi gerekti düşünülmektedir.

BULGULAR

Tüketici psikolojisi üzerine yapılan literatür taramasından elde edilen bulgular, tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyen çeşitli psikolojik, duygusal ve sosyal faktörlerin önemini ortaya koymaktadır. İlk olarak, karar verme süreçlerinin yalnızca bilinçli değil, aynı zamanda bilinçsiz etkenlerle de şekillendiği bulunmuştur. Tüketiciler, duygusal tepkiler, bilişsel yanılgılar ve çevresel faktörler gibi bilinç dışı etkenlerden etkilenerek kararlarını alırlar. Bu da, satın alma davranışlarının yalnızca mantıklı düşünme süreçlerinden değil, duygusal ve psikolojik süreçlerden de kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca, marka algısı ve marka sadakati konularında yapılan araştırmalar, tüketicilerin markalarla kurduğu duygusal bağların, marka güvenini ve tekrar satın alma isteğini artırdığını ortaya koymaktadır.

Güçlü bir marka imajı, tüketicilerin markaya olan bağlılıklarını pekiştirmektedir. Sosyal etkenler de tüketici psikolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Aile, arkadaşlar ve sosyal çevre, bireylerin tercihlerini ve alışveriş alışkanlıklarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Duygusal pazarlama ise, özellikle reklamlar aracılığıyla tüketicilerin duygusal yanıtlarını tetikleyerek, markaya duyulan sadakati artırma potansiyeline sahiptir. Duygusal bağların güçlendirilmesi, tüketicilerin markalarla olan ilişkilerini derinleştirir ve satın alma kararlarını etkiler . Kültürel faktörler de tüketici davranışlarını şekillendiren güçlü etmenlerdendir. Kültürel değerler ve normlar, tüketicilerin hangi ürünleri tercih edeceğini ve hangi markalara yöneleceğini etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Son olarak, gelecekteki tüketici davranışları, nöropazarlama ve yeni teknolojiler ile şekillenecektir. Beyin dalgaları ve biyometrik veriler gibi teknolojiler, tüketici tepkilerini daha derinlemesine analiz ederek, markaların pazarlama stratejilerini şekillendirmelerine olanak tanımaktadır. Bu bulgular, tüketici psikolojisinin çok yönlü yapısını ve satın alma davranışlarını etkileyen çeşitli faktörleri kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Tüketici psikolojisi üzerine yapılan bu literatür taramasının sonuçları tüketici davranışlarını etkileyen çok sayıda faktörün birbirine bağlı olduğunu ve bu faktörlerin, bireylerin satın alma kararlarını şekillendirmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Öncelikle, karar verme süreçlerinin yalnızca bilinçli düşüncelere dayanmadığı, duygusal ve bilinçsiz etkenlerin de önemli bir yer tuttuğu anlaşılmaktadır. Tüketiciler, çevresel faktörler, sosyal etkileşimler ve duygusal tepkilerle yönlendirilmekte, bu da pazarlama stratejilerinin duygusal yönlere odaklanmasını gerektirmektedir. Ayrıca, marka sadakati ve algısı, tüketicilerin uzun vadeli tercihlerini belirleyen güçlü unsurlar arasında yer almakta, markaların tüketicilere güven ve aidiyet duygusu kazandırması, sadakat oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Sosyal çevre ve kültürel faktörler de tüketici psikolojisinde belirleyici rol oynayan diğer etmenlerdir. Aile, arkadaşlar ve sosyal medyanın etkisi, bireylerin alışveriş tercihlerinde önemli bir yönlendirici faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Kültürel değerler ise, tüketicilerin neyi tercih edeceklerini ve hangi markaları benimseyeceklerini etkileyen önemli bir unsurdur. Gelecekte ise, teknolojinin hızla ilerlemesi ile birlikte nöropazarlama ve biyometrik veriler gibi yeni araştırma yöntemlerinin, tüketici psikolojisini daha derinlemesine anlamaya yardımcı olacağı öngörülmektedir. Bu teknolojiler, tüketici davranışlarının daha doğru bir şekilde ölçülmesine ve pazarlama stratejilerinin daha verimli hale getirilmesine olanak tanıyacaktır. Sonuç olarak, tüketici psikolojisi, çok katmanlı bir süreç olup, çeşitli psikolojik, sosyal ve kültürel etmenlerin birleşimiyle şekillenmektedir. Bu alandaki araştırmalar, markaların tüketicilerle daha güçlü

bağlar kurabilmesi için önemli bilgiler sunmaktadır ve gelecekteki tüketici davranışlarını anlamada teknolojik ilerlemelerle birlikte daha derinlemesine analizler yapılması gereklidir. Bu bağlamda, tüketici psikolojisini anlamak, pazarlama stratejilerinin etkinliğini artırmak ve tüketici memnuniyetini sağlamak için kritik bir öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Aydın, M. (2014a). Tüketici davranışları ve pazarlama stratejileri. Nobel Yayıncılık.
İncekara, A. (2011a). Tüketici psikolojisi. Beta Yayınları.
Kara, A., & Erdem, T. (2007a). Pazarlama ilkeleri. Nobel Yayıncılık.
Yılmaz, B. (2019a). Tüketici psikolojisi ve davranışı. Nobel Yayıncılık
Sönmez, S. (2015a). Pazarlama yönetimi. Türkmen Kitabevi.
Çiçek, M., & Güler, G. (2016a). Tüketici psikolojisi ve tüketici davranışları üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, 21(2), 135–150.
Tuncer, M., & Demirtaş, A. (2017a). Türk tüketicisinin psikolojik profili ve pazarlama stratejileri. Tüketici Araştırmaları Dergisi, 9(4), 75–90.
Haktanır, E., & Yücel, A. (2018a). Fiyat algılaması ve tüketici psikolojisi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 21(1), 10–25.
Yılmaz, B. (2019b). Tüketici psikolojisi ve davranışı. Nobel Yayıncılık.
Kılıç, D., & Öztürk, F. (2020a). Dijital pazarlama ve tüketici psikolojisi: Sosyal medyanın rolü. Pazarlama ve Yönetim Dergisi, 15(3), 42–57.
Aydın, M. (2014b). Tüketici davranışları ve pazarlama stratejileri. Nobel Yayıncılık.
Tuncer, M., & Demirtaş, A. (2017b). Türk tüketicisinin psikolojik profili ve pazarlama stratejileri. Tüketici Araştırmaları Dergisi, 9(4), 75–90.
İncekara, A. (2011b). Tüketici psikolojisi. Beta Yayınları.
Kara, A., & Erdem, T. (2007b). Pazarlama ilkeleri. Nobel Yayıncılık.
Haktanır, E., & Yücel, A. (2018b). Fiyat algılaması ve tüketici psikolojisi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 21(1), 10–25.
Marketing Türkiye. (2022). Tüketici psikolojisi ve pazarlama stratejileri. Marketing Türkiye. https://www.marketingturkiye.com.tr
Sönmez, S. (2015b). Pazarlama yönetimi. Türkmen Kitabevi.
Aydın, M. (2014c). Tüketici davranışları ve pazarlama stratejileri. Nobel Yayıncılık.
Çiçek, M., & Güler, G. (2016b). Tüketici psikolojisi ve tüketici davranışları üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, 21(2), 135–150.
Kılıç, D., & Öztürk, F. (2020b). Dijital pazarlama ve tüketici psikolojisi: Sosyal medyanın rolü. Pazarlama ve Yönetim Dergisi, 15(3), 42–57.
Tuncer, M., & Demirtaş, A. (2017c). Türk tüketicisinin psikolojik profili ve pazarlama stratejileri. Tüketici Araştırmaları Dergisi, 9(4), 75–90.
Aydın, M. (2014d). Tüketici davranışları ve pazarlama stratejileri. Nobel Yayıncılık.

MADENCİLİK SEKTÖRÜ ŞİRKETLERİNDE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Prof. Dr. Ayşe Nur BUYRUK AKBABA
Balıkesir University, Faculty of Applied Sciences, Department of Finance and Banking, Balıkesir
ORCID: 0000-0003-4940-7138

ÖZET

BİST madencilik sektöründe altın ve metal üretimi yapan şirketler, son dönemlerde göstermiş oldukları finansal performans ile önemli boyuta gelmişlerdir. Maden fiyatlarındaki artış şirketlerin kârlılığına olumlu etkilerinin olabileceği gibi maliyet açısından değerlendirildiğinde ise şirketler için ayrı bir risk unsuru olabilmektedir. Şirketlerdeki bu değişim sektörel açıdan da etkisini göstermiştir. BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal açıdan güçlü performansa sahiptirler. Ancak finansal açıdan yaşanan değişimler şirketlerin yatırım kararları açısından daha detaylı analiz yapılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu önemle çalışmada BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performans analizi yapılarak şirketlerin finansal durumlarının belirlenmesi, elde edilen bulgulara göre bilgi kullanıcıları ve yatırımcılara rehberlik edilebilmesi amaçlanmaktadır. Yapılan çalışma ile şirketlerin finansal bilgileri incelenerek güçlü/zayıf yönleri, sektörel açıdan gelişim süreci, yatırımcılar açısından riskli ve fırsat olabilecek durumların belirlenmesi hedeflenmektedir. Çalışmada finansal analiz yapılmış, son beş yıllık finansal verileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda sektörün büyüme eğilimi gösterdiği, ancak bu büyümenin yanı sıra dönemsel dalgalanmalar yaşandığı görülmüştür. Maden fiyatlarındaki artış kârlılık açısından olumlu gibi görünse de maliyetlerin yüksek olması şirketlerin finansal dengelerini olumsuz etkileyebilmektedir. Finansal yapısı güçlü olan şirketler yaşanan olumsuz durumlara karşı daha güçlü profil sergilemişlerdir. Yapılan değerlendirme ile şirketlerin borçluluk oranları, likidite açısından ve nakit akışlarına göre yatırım kararlarında daha somut değerlendirmeler yapılabileceği, maliyet yönetimi açısından yeni stratejilerin geliştirilebileceği önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: BİST, maden, finansal performans, finansal analiz

FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF BIST MINING SECTOR COMPANIES

ABSTRACT

Companies producing gold and metal in the BIST mining sector have reached significant size with their recent financial performance. While the increase in mineral prices may have positive effects on the profitability of companies, it can also be a separate risk factor for companies

when evaluated from a cost perspective. This change in companies has also had an impact on the sector. Companies operating in the BIST mining sector have strong financial performance. However, the changes experienced financially highlight the importance of more detailed analysis in terms of investment decisions of companies. In this important study, it is aimed to determine the financial situations of the companies operating in the BIST mining sector by analyzing their financial performance and to guide information users and investors according to the findings obtained. The aim of this study is to examine the financial information of the companies and to determine their strengths/weaknesses, the development process in terms of the sector and the situations that may be risky and opportunities for investors. In the study, financial analysis was conducted and the financial data of the last five years were evaluated comparatively. As a result of the evaluation, it has observed that the sector showed a growth trend but along with this growth, periodic fluctuations have experienced. Although the increase in mineral prices may seem positive in terms of profitability, high costs can negatively affect the financial balances of companies. Companies with strong financial structures have demonstrated a stronger profile against adverse events. With the evaluation made, it can be suggested that more concrete evaluations can be made in investment decisions according to companies' debt ratios, liquidity and cash flows and new strategies can be developed in terms of cost management.

Keywords: BIST, mining, financial performance, financial analysis

1. GİRİŞ

Madencilik sektörü Türkiye'de ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Ulusal ve uluslararası önemli katkıları olan bir sektördür. Performans işletmelerin amaçlarına ulaşmalarındaki düzeydir (Esmer & Bağcı, 2016: 18). Finansal performans analizi, işletmelerin kârlılık, verimlilik ve sürdürülebilirlik düzeylerini gösteren araçlardan biridir. Şirketlerin finansal oranlara göre kaynaklarını ne kadar aktif kullanıldığını, piyasa koşullarına uyum sağlama boyutunu gösterir.

Çalışmada, BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performans analizinin yapılarak, şirketlerin finansal durumlarının belirlenmesini ve finansal durumlarına göre bilgi kullanıcıları ve yatırımcılara yol gösterici olunması amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmada kavramsal ve literatür bilgilere yer verilmiş, araştırma hakkında bilgi aktarılarak ulaşılan bulgulara göre sonuç ve öneriler sunulmuştur.

Finansal performans ve BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal analizine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiş ve yapılan bazı çalışmalara aşağıdaki tabloda belirtildiği gibidir.

Tablo 1. Literatür araştırması

Yazar	Yıl	Çalışma Konusu
Kahraman & Mirgen	2025	Borsa İstanbul'da Sektör Endekslerine ait Finansal Oranlar Arasındaki İlişkinin Saptanması
Sönmez,	2025	Maden ve Taş Ocakçılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Şirketlerin Karlılık Düzeylerinin Analizi
Taşçı & Yurttadur	2025	BIST Enerji Sektöründe Finansal Performans ve Hisse Senedi Getirisi İlişkisine Yönelik Hibrit ÇKKV (Wenslo ve Aras) Yaklaşımıyla Bir Vaka Uygulaması
Ertürk	2024	DuPont Analizi Yöntemi ile Finansal Performansın Değerlendirilmesi: BIST XTRZM Endeksi Örneği
Li vd.	2022	Life cycle assessment and techno-economic analysis of ethanol production via coal and its competitors: A comparative study
Aldırmaz Akkaya	2020	Türkiye Mevduat Bankalarının Finansal Performans Analizi: Amerika Ticari Bankalarıyla Karşılaştırmalı Bir Bakış
Akyüz vd.	2019	İşletmelerin Dupont Karlılık Analiziyle Performansının Belirlenmesi: Borsa İstanbul İmalat Sektörü Örneği
Gonenc & Scholtens	2017	Fosil Yakıt Şirketlerinin Çevresel ve Finansal Performansı: Etkileşimlerinin Daha Yakından İncelenmesi
Locatelli & Mancini	2010	Küçük ve orta ölçekli nükleer kömür ve doğalgaz enerji santralleri: Finansal performanslarının ve CO2 maliyetinin etkisinin olasılıksal analizi
Sueyoshi vd.	2010	ABD kömürle çalışan enerji santrallerinin performans analizi, üç DEA verimliliğinin ölçülmesi

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; konuya yönelik birçok çalışma yapılmış ve yapılan bu çalışma ile sektörde faaliyet gösteren şirketlere, bilgi kullanıcılarına ve yatırımcılara önemli katkılar sunmaktadır.

2. ARAŞTIRMA, YÖNTEM VE BULGULAR

Araştırmanın amacı BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performans analizinin yapılması, şirketlerin finansal durumlarının belirlenmesi, elde edilen bulgulara göre bilgi kullanıcıları ve yatırımcılara rehberlik edilebilmesidir.

Araştırmada, BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren 7 şirketin finansal bilgileri ele alınmıştır. Çalışmada finansal performans analizi yapılarak son beş yıllık finansal veriler karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Finansal peformans analizinde rasyo analizi yapılarak son beş yıla ait finansal bilgilerin karşılaştırılması yapılarak karşılaştırmalı analiz tekniği kullanılmıştır. Rasyo hesaplamalarında; cari oran, nakit oran, asit test oranı, alacak devir hızı, alacak devir süresi, stok devir hızı, stok devir süresi, net kâr marjı, aktif kârlılık, özsermaye kârlılık oranları hesaplanmıştır. Verilerin bir kısmı finnet/finansal analiz expert program ile temin edilmiş, diğer gerekli bilgiler ise kamuyu aydınlatma platformundan (KAP) alınmıştır. Alınan finansal bilgilere göre rasyo analizindeki formüller kullanılarak hesaplamalar

yapılmıştır. Yapılan hesaplamada değeri sıfır ya da dağılım açısından normal dağılım göstermeyen şirketler analize dahil edilmemiştir. BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin bilgileri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirket bilgileri

Sıra	Kod	Şirket İsmi
1	CVKMD	CVK MADEN İŞLETMELERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
2	PRKME	PARK ELEKTRİK ÜRETİM MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
3	RUZYE	RUZY MADENCİLİK VE ENERJİ YATIRIMLARI SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
4	TRMET	TR ANADOLU METAL MADENCİLİK İŞLETMELERİ A.Ş.
5	TRENJ	TR DOĞAL ENERJİ KAYNAKLARI ARAŞTIRMA VE ÜRETİM A.Ş.
6	TRALT	TÜRK ALTIN İŞLETMELERİ A.Ş.
7	VSNMD	VİŞNE MADENCİLİK ÜRETİM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Kaynak: Bist Şirketler, https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler, (01.12.2025).

BİST madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin son beş yıla ait finansal performanslarına yönelik rasyo analiz bilgileri ve değerlendirmelerine aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 3. Cari oran

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,203406	0,570067	1,584557	2,095764	0,354953	0,961749
2	PRKME	2,444437	1,081218	1,700583	2,423721	2,233899	1,976772
3	RUZYE	1,076851	11,12404	7,999979	30,42611	41,30887	18,38717
4	TRMET	10,40526	8,16875	10,00256	5,856145	6,872341	8,261011
5	TRENJ	10,45729	8,176838	10,00021	5,783225	6,619878	8,207488
6	TRALT	10,4319	8,395199	10,32178	6,23892	8,299357	8,737431
7	VSNMD	0	0,991173	0,806697	1,44395	1,128198	0,874004

Cari oran, işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeyebilme gücünü gösterir. Bu oranın 1'den küçük olması riskli, 1'den büyük olması güçlü bir likiditeye sahip olduğu şeklinde yorumlanır. Çok fazla yüksek olması işletmeler için olumlu değildir. Elde nakdin atıl şekilde kalması durumu söz konusudur. Şirketlerin cari oranları incelendiğinde yıllar itibari ile artış yaşandığı bazı şirketlerde oranın çok fazla yüksek olduğu görülmektedir. Şirketler bazında incelendiğinde;

- CVKMD; 2020-2024 yılları arasında 1'in altında ve üstünde dağılım söz konusu, 2023 yılında çok yükselmiş ancak 2024 yılında oran azalmış. Ortalamaya göre incelendiğinde 0,96 1'in altında sınırda kaldığı likidite açısından diğer dönemlerde de azalış söz konusu olursa riskli olabileceği söylenebilir.

- PRKME; 2021 ve 2022 yıllarında azalış olmuş ama genel itibari ile artış yaşanmıştır. Ortalama değer 1,97 ile oran 1'in üzerindedir. Şirket için yıllar itibari ile büyüme yaşanmış, likidite açısından dengeli bir yapıya sahiptir.
- RUZYE, TRMET, TRENJ, TRALT şirketlerinde cari oran çok yüksek çıkmıştır. En yüksek oran RUZYE şirketinin cari oranıdır. 2021 yılından itibaren oranda yükseliş olmuş. Diğer şirketlerde de yıllar itibari ile yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Aşırı derecede yüksek olması şirketler için iyi bir durum olmadığı söylenebilir. Likidite açısından riskli, kaynakların etkin kullanılamama durumu ve sermaye verimliliği düşük olabilir.
- VSNMD; şirketler arasında en düşük cari orana sahip şirkettir. 2023 yılında diğer dönemlere göre artış gösterse de 2024 yılında bir önceki yıla göre az da olsa azalış olmuştur. Ortalama değeri 0,87 ile 1'in altındadır. Bir sonraki dönemlerde azalma devam ederse işletmenin kısa vadeli borçlarını karşılayabilme konusunda olumsuz durumlar olabileceği düşünülse de 2023-2024 yıllarında oranın 1'in üzerinde olması işletmenin bir sonraki dönemlerde daha iyi seviyede olabileceği söylenebilir.

Tablo 4. Asit-test oranı

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,127548	0,284916	1,185914	1,452146	0,253935	0,660892
2	PRKME	2,393759	1,012246	1,557785	2,186316	1,909871	1,811995
3	RUZYE	0,998566	10,75347	7,970042	30,3631	41,10841	18,23872
4	TRMET	9,739158	7,779846	9,231159	5,090391	5,466847	7,46148
5	TRENJ	9,784869	7,786268	9,22781	5,015602	5,215281	7,405966
6	TRALT	9,769322	8,014102	9,592679	5,497806	6,723364	7,919455
7	VSNMD	0	0,689086	0,493821	0,989572	0,668458	0,568187

Asit-test oranı, şirketlerin likit varlıklarla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Genellikle 1'den büyük olması idealdir. Türkiye'de 0,8 gibi bir değerde olması normal kabul edilebilmektedir. Şirketler açısından değerlendirildiğinde bazı şirketlerde yıllar itibari ile artış yaşandığı bazı şirketlerde oranın çok yüksek çıktığı görülmektedir. Ortalama değer açısından incelendiğinde CVKMD ve VSNMD şirketleri 1'in altında, PRKME şirketinin 1'in üzerinde, diğer şirketlerin çok aşırı derecede oranları yüksektir. Likidite açısından PRKME şirketi diğer şirketlere göre daha sağlıklı olduğu söylenebilir. Bu oranın çok yüksek çıktığı şirketlerde atıl kaynak, sermaye verimsizliği, tahsilat riski, yönetim stratejilerinde tutarsızlıklardan kaynaklı olabilir.

Tablo 5. Nakit oran

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,0624	0,1440	0,3433	1,1032	0,1669	0,3640
2	PRKME	0,9608	0,1223	1,2656	0,4341	0,4473	0,6460
3	RUZYE	0,8127	10,4769	6,6265	28,8910	39,3435	17,2301
4	TRMET	9,1901	7,6865	8,8958	4,8338	5,1803	7,1573
5	TRENJ	9,2332	7,6921	8,8921	4,7582	4,9273	7,1006
6	TRALT	9,6397	7,9421	9,2766	5,2562	6,4952	7,7219
7	VSNMD	0,0000	0,1693	0,0512	0,3528	0,0708	0,1288

Nakit oranın genel kabul görmüş değerlendirmeye göre 0,20 değerine eşit olması ideal kabul edilmektedir. 0,20 değerinden küçük olması nakit akışında sorunlar olabileceği, büyük olması ise nakdin verimli kullanılması konusuna dikkat edilmesi gerektiği şeklinde yorumlanmaktadır. Şirketlerin nakit oranları incelendiğinde yıllar itibari ile artış yaşandığı bazı şirketlerin nakit oranlarının çok yüksek olduğu görülmektedir. CVKMD, PRKME ve VSNMD şirketlerinin nakit oranları diğer şirketlere göre genel kabul görmüş değerlerde tam olarak olmasa da daha iyi düzeydedir. Bu şirketlerin dışındaki diğer şirketlerin nakit oranları çok yüksek ve dalgalanma çok daha fazladır. Oranların yüksek çıkması fiyatlardaki çok fazla yükselmesinden kaynaklı olabileceği söylenebilir. Şirketlerin nakit oranları 0,20 değerinin altında olması şirketlerin nakit akışısında sorunlar yaşayabilecekleri, bu oranın üzerinde orana sahip şirketlerin ise nakitlerini değerlendirme konusunda dikkat etmeleri gerekir.

Tablo 6. Alacak devir hızı

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	18,54609	10,73176	8,787363	12,54783	18,66521	13,85565
2	PRKME	7,508448	6,867841	12,07785	9,276769	7,101912	8,566564
3	RUZYE	0,405168	4,851853	4,475131	6,430864	4,747942	4,182192
4	TRMET	126,0818	148,7609	291,4639	154,0611	138,9869	171,8709
5	TRENJ	125,0562	142,0424	281,2582	152,9349	133,3499	166,9283
6	TRALT	22724,76	13307,91	23396,22	11464,31	2394,715	14657,58
7	VSNMD	0	4,938331	7,707906	7,407906	5,200848	5,050998

Alacak devir hızı 5 ile 10 arasında olumlu kabul edilir. 5'in altında bir değer tahsilatın yavaş olduğunu, 10'nun üzerinde bir değer olduğunda incelendiğinde hızlı tahsilatın olduğu şeklinde yorumlanır. Şirketlerin yıllar itibari ile değerlendirildiğinde artış olduğu görülmekte, CVKMD, PRKME, RUZYE, VSNMD şirketlerinin alacak devir hızı diğer şirketlere göre daha normaldir. CVKMD şirketinin alacak devir hızı 10'nun üzerinde bir değer söz konusudur. Diğer şirketlerde ise bu oran çok fazla yüksek çıkmıştır. Şirketler müşteri ilişkilerini daha iyi düzeyde tutabilmek adına tahsilat politikalarını esnek tutabilir. Veri girişleri kontrol edilebilir, raporlama farkı olup olmadığına göre raporlar incelenebilir.

Tablo 7. Alacak devir hızı tahsil süresi (gün)

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	19,7	34,0	41,6	29,1	19,6	28,8
2	PRKME	48,6	53,1	30,2	39,4	51,4	44,5
3	RUZYE	901,7	75,2	81,6	56,8	76,9	238,4
4	TRMET	2,9	2,5	1,3	2,4	2,6	2,1
5	TRENJ	2,9	2,6	1,3	2,4	2,7	2,2
6	TRALT	0,016	0,027	0,016	0,032	0,152	0,025
7	VSNMD	74,0	47,4	49,3	70,2	48,2	74,0

Tahsilat süreleri açısından CVKMD ve PRKME şirketleri daha sağlıklı, VSNMD ise kabul eilebilir düzeydedir.

Tablo 8. Stok devir hızı

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	11,55641	2,190056	6,890112	7,220658	8,085091	7,188465
2	PRKME	6,43925	8,668847	19,39155	10,83306	6,468963	10,36033
3	RUZYE	36,08442	463,1058	2480,5	2483,997	1840,299	1460,797
4	TRMET	2,867374	3,52185	6,019655	5,099303	2,714939	4,044624
5	TRENJ	2,876172	3,524164	6,029906	5,112569	2,720181	4,052598
6	TRALT	2,776223	3,404765	5,919497	5,065768	2,833604	3,999971
7	VSNMD	0	7,863657	7,550503	7,252516	5,411049	5,615545

5 ile 10 arası olumlu kabul ediliyor. 5'in altında stokların yavaş devredildiği, 10'nun üstünde bir değer olması durumunda stokların çok hızlı devredildiği şeklinde yorumlanmaktadır. Şirketlerin stok devir hızı incelendiğinde CVKMD, PRKME ve VSNMD daha iyi düzeyde olduğu, TRMET, TRENJ ve TRALT şirketlerinin stok devir hızlarının daha yavaş olduğu görülmektedir. Stok kontrol yönetiminde güçlü politikalar uygulanabilir, stok kontrol yöntemlerinde en uygun yöntem seçilerek stokların devir hızı daha sağlıklı kontrol edilebileceği gibi şirketlere öneriler sunulabilir.

Tablo 9. Stok devir hızı süresi

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	31,58421	166,6624	52,97447	50,54941	45,14482	69,38306
2	PRKME	56,68362	42,10479	18,82263	33,69316	56,42326	41,54549
3	RUZYE	10,11517	0,788157	0,147148	0,146941	0,198337	2,279151
4	TRMET	127,2942	103,6387	60,63471	71,57842	134,4413	99,51747
5	TRENJ	126,9048	103,5707	60,53162	71,39268	134,1822	99,3164
6	TRALT	131,4736	107,2027	61,66064	72,05226	128,8112	100,2401
7	VSNMD	0	46,41606	48,34115	50,32737	67,45457	42,50783

Süre açısından değerlendirildiğinde; CVKMD, PRKME ve VSNMD şirketlerinin sağlıklı seviyelerdedir. Diğer şirketlerin ise stok kontrollerinin daha sağlıklı yapılması önerilebilir.

Tablo 10. Net kâr marjı

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,1515	0,1358	0,3327	0,1697	0,3042	0,2188
2	PRKME	1,2760	3,2197	-0,5817	0,8503	0,1144	0,9757
3	RUZYE	6,5111	2,7432	-0,6052	-0,1503	0,0952	1,7188
4	TRMET	0,2103	0,3035	-0,1582	0,0423	-0,2079	0,0380
5	TRENJ	0,1088	0,1589	-0,0812	0,0208	-0,1078	0,0199
6	TRALT	0,5571	0,7506	-0,2949	0,0501	0,0691	0,2264
7	VSNMD	0,0000	0,2863	0,1980	0,1419	-0,0230	0,1207

Şirketlerin net kâr marjları incelendiğinde CVKMD ve TRALT şirketlerinin güçlü kârlılık söz konusu olduğu, TRMET ve TRENJ şirketlerinde kârlılığın düşük olduğu görülmektedir. VSMNMD şirketi ise orta düzeyde kârlılık söz konusuyken diğer şirketlerde ise çok yüksek düzeydedir. Yatırımcılar açısından iyi düzeyde olması şirketler için olumludur. Kârlılığı artırmak için ürün çeşitliliği ve satış kanallarının geliştirilmesi önerilebilir.

Tablo 11. Aktif kârlılık

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,0547	0,0575	0,3617	0,0916	0,0742	0,1279
2	PRKME	0,0882	0,2701	-0,1067	0,1289	0,0149	0,0791
3	RUZYE	0,2439	0,1902	-0,1889	-0,0537	0,0111	0,0405
4	TRMET	0,0913	0,1204	-0,0872	0,0152	-0,0477	0,0184
5	TRENJ	0,0472	0,0631	-0,0447	0,0075	-0,0249	0,0097
6	TRALT	0,2458	0,2933	-0,1731	0,0197	0,0163	0,0804
7	VSNMD	0,0000	0,1403	0,1361	0,0822	-0,0083	0,0701

Şirketlerin aktif kârlılık oranları incelendiğinde CVKMD şirketi aktiflerini en verimli kullanan şirkettir. PRKME, TRALT ve VSNMD şirketleri orta seviyede aktiflerini kullanmaktadırlar. RUZYE, TRMET ve TRENJ şirketleri ise aktif kârlılığı düşüktür. Bazı yıllarda zarar söz konusudur. Operasyonel verimliliğin artması adına çalışmalar yapılmalıdır.

Tablo 12. Özsermaye kârlılık oranları

Sıra	Kod	2020/12	2021/12	2022/12	2023/12	2024/12	Ortalama
1	CVKMD	0,1448	0,1369	0,5678	0,1256	0,1438	0,2238
2	PRKME	0,0996	0,3068	-0,1249	0,1473	0,0167	0,0891
3	RUZYE	0,6203	0,2530	-0,2094	-0,0578	0,0118	0,1236
4	TRMET	0,2169	0,2998	-0,1984	0,0321	-0,0982	0,0504
5	TRENJ	0,2784	0,3651	-0,2045	0,0307	-0,0989	0,0741
6	TRALT	0,2718	0,3314	-0,1953	0,0221	0,0181	0,0896
7	VSNMD	0,0000	0,2214	0,1996	0,1061	-0,0103	0,1034

Özsermaye kârlılığı oranları incelendiğinde en güçlü özsermaye kârlılığına ait şirket CVKMD'dir. RUZYE ve VSNMD şirketlerinin özsermaye kârlılık seviyesi orta seviyededir. PRKME ve TRALT şirketleri kabul edilebilir düzeydedir. PRKME ve TRALT şirketlerinde ise

düşük kârlılık söz konusudur. Operasyonel açıdan verimliliği arttırıcı faaliyetlerin yapılması önerilebilir.

3. SONUÇ

Borsa İstanbul madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performansları bazı rasyo analizinde kullanılan oranlara göre karşılaştırması yapılmıştır. Rasyo hesaplamalarında; cari oran, nakit oran, asit test oranı, alacak devir hızı, alacak devir süresi, stok devir hızı, stok devir süresi, net kâr marjı, aktif kârlılık, özsermaye kârlılık oranları hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, sektör şirketlerinin finansal performansında belirgin farklılıklar ve dalgalanmalar olduğunu göstermektedir.

Şirketlerin son beş yıldaki faaliyet sonuçlarına göre oranların genel dağılımında bazı dönemlerde artış yaşandığı bazı dönemlerde ise azalışların olduğu gözlemlenmiştir. CVKMD, PRKME, RUZYE ve VSNMD şirketlerinin finansal analiz açısından işletmelerin finansal durumlarının daha iyi düzeyde olduğu, oranların dağılımı konusunda genel kabul görmüş değerlendirmelere yönelik uyum içinde olduğu görülmüştür. Diğer şirketlerde ise genel kabul görmüş değerlendirmelere göre daha uyumsuz bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Finansal durumu genel kabul görmüş değerlere uyumlu şirketler varlıkları ile yükümlülükleri arasında ödeme dengesi, atıl olmayan nakit döngüsü ve kârlılık oranları açısından aktiflerini ve özsermayelerini verimli kullanmışlar, yatırımcı açısından olumlu bir performans sergilemişlerdir. Diğer şirketlerde ise dönemsel olarak olağanüstü yüksek kârlılık oranları gözlenmiş ve bu değerler sürdürülebilir olmamış, bazı yıllarda zarar açıklamaları, kârlılığın istikrarsız olduğunu ortaya koymuştur.

Şirketler verimliliklerini artırmaları için maliyetlerini kontrol edebilmeleri, satış kanalları açısından çeşitlendirme yoluna gitmelidirler. Dönemler itibariyle dalgalanmaların azaltılması için başarılı bir risk yönetimi olmalı, satış hacmi ile ilgili olumlu etkisi olabilecek stratejiler uygulanmalıdır. Şirketler finansal performanslarını artırıcı, sürdürülebilir, verimliliğin uzun vadeli seyrini sağlayacak, başarılı bir risk yönetimi ile istikrarlı kararlar alınmasında, yeterli düzeyde ve sürekli kârlılığı sağlayacak politikalar oluşturmalı, büyümeyi destekleyici yatırımlara yönelmeli, sektörel açıdan da uyumlu finansal performans gösterecek faaliyetlerde bulunarak şu anki finansal durumlarını çok daha iyi seviyeye getirebilmeleri mümkündür.

KAYNAKLAR

Akyüz, F., Yeşil T. & Kara E. (2019). İşletmelerin Dupont Karlılık Analiziyle Performansının Belirlenmesi: Borsa İstanbul İmalat Sektörü Örneği, Muhasebe ve Finansman Dergisi - Temmuz/2019, (83), 61-84.

Aldırmaz Akkaya, F. (2020). Türkiye mevduat bankalarının finansal performans analizi: Amerika ticari bankalarıyla karşılaştırmalı bir bakış. İstanbul İktisat Dergisi, 70(2), 303-338.

Ertürk, M. (2024). DuPont Analizi Yöntemi ile Finansal Performansın Değerlendirilmesi: BIST XTRZM Endeksi Örneği, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi,* 59(4), 3073-3096.

Esmer, Y. & Bağcı, H. (2016). Katılım bankalarında finansal performans analizi: Türkiye Örneği, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(15), 17.30.

Gonenc, H. & Scholtens, B. (2017). Environmental and Financial Performance of Fossil Fuel Firms: A Closer Inspection of their Interaction, Ecological Economics, (132), 307-328.

Kahraman, Y. E. & Mirgen, Ç. (2025). Borsa İstanbul'da Sektör Endekslerine ait Finansal Oranlar Arasındaki İlişkinin Saptanması, Sosyoekonomi, 33(65), 509-533.

Kamuyu Aydınlatma Platformu (KAP), Bist Şirketler, https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler, (Erişim Tarihi: 01.12.2025).

Li, J., Zhang, Y., Yang, Y., Zhang X., Wang N., Zheng Y., Tian Y. & Xie K. (2022). Life cycle assessment and techno-economic analysis of ethanol production via coal and its competitors: A comparative study, Applied Energy, (312), 118791, 1-17.

Locatelli, G. & Mancini, M. (2010). Small–medium sized nuclear coal and gas power plant: A probabilistic analysis of their financial performances and influence of CO2 cost, Energy Policy, (38), 6360-6374.

Sönmez, Y. (2025). Maden ve Taş Ocakçılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Şirketlerin Karlılık Düzeylerinin Analizi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 17 (1), 481-491.

Sueyoshi, T., Goto M. & Ueno T. (2010). Performance analysis of US coal-fired power plants by measuring three DEA efficiencies, Energy Policy (38), 1675-1688.

Taşçı, M.Z. & Yurttadur, M. (2025). BIST Enerji Sektöründe Finansal Performans ve Hisse Senedi Getirisi İlişkisine Yönelik Hibrit ÇKKV (Wenslo ve Aras) Yaklaşımıyla Bir Vaka Uygulaması, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 60(3), 2354-2371.

IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE MAIN ECONOMIC CATEGORIES OF INNOVATION ACTIVITY

Nigar HUSEYNOVA
Azerbaijan State University of Economics, Faculty of Business and Management, Business and Logistics Deaprtment, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000 0002-7940-8628

ABSTRACT

Innovation activities have become key to economic growth, international competitiveness, and the strategic positioning of enterprises in today's fast-changing global environment. This paper undertakes a comprehensive identification and analysis of main economic categories of innovation activity, synthesizing leading international frameworks and classification systems such as the Oslo Manual, the Frascati Manual, and the OECD taxonomy of economic activities by R&D intensity. The study distinguishes key innovation categories - including product, process, marketing, and organizational innovations - and further elaborates their relationships to sectoral R&D intensity and broader economic impact. Drawing on these authoritative sources, the research not only defines each innovation category but also examines the broad array of activities that underpin innovation-from basic and applied research to commercialization, technology acquisition, intellectual property, and workforce training. Furthermore, the study explores measurement methodologies and indicators of innovation performance, stressing the need for a comprehensive set of input, output, and impact measures for the proper and meaningful measurement of innovation. The findings emphasize the dynamic, systemic, and interrelated nature of innovation activities within and across industries, underscoring the need for integrated frameworks to underpin policy analysis, enterprise decision-making, and resource allocation. The paper provides a holistic approach towards the economic dimensions and classifications of innovation, serving also as practical guidance for every business with an ambition to fully gain from investments in innovation and for policy makers who are responsible for effective design and implementation of support mechanisms for knowledge-based economic development. The study contributes to the academic discourse on innovation economics by consolidating best practices in classification, measurement, and strategic analysis of innovation activities.

Keywords: innovation activity, economic classification, innovation measurement, R&D intensity, business innovation, innovation indicators, OECD taxonomy.

INTRODUCTION

Innovation has emerged as a fundamental driver of economic growth and competitive advantage in the contemporary global economy. The ability to identify, measure, and manage innovation activities effectively distinguishes leading enterprises and economies from their peers. However, the conceptualization and classification of innovation activities remain complex, with diverse frameworks and methodologies applied across different contexts and sectors.

The significance of understanding innovation categories lies in their direct relationship to resource allocation, policy formulation, and strategic decision-making. When enterprises and governments cannot accurately identify and categorize their innovation activities, they risk misallocating resources, overlooking emerging opportunities, and implementing suboptimal policies. The economic consequences of such misclassification extend beyond individual enterprises to affect entire sectors and national innovation ecosystems.

This paper addresses the fundamental question: What are the main economic categories of innovation activity, and how can they be effectively identified and analyzed? To answer this question, the research synthesizes international standards and frameworks that have been developed and refined by organizations including the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), the United Nations, and national statistical agencies worldwide.

The paper draws on three cornerstone frameworks: the Oslo Manual, which provides internationally recognized guidelines for collecting and using data on innovation; the Frascati Manual, which establishes standards for measuring research and development expenditures; and the OECD Taxonomy of Economic Activities based on Research and Development Intensity, which classifies industries according to their innovation investment levels.

The primary contribution of this analysis is to provide enterprises, researchers, and policymakers with a comprehensive framework for understanding innovation activity categories within an economic context. By systematically identifying and analyzing these categories, this paper enables better strategic decisions regarding innovation investments, more accurate measurement of innovation outcomes, and more effective formulation of innovation-related policies.

The subsequent sections of this paper organize the analysis into two main components. First, the research and findings section systematically presents the principal economic categories of innovation activity, their characteristics, measurement approaches, and interrelationships. Second, the conclusion synthesizes these findings and discusses their implications for innovation management, economic policy, and future research directions.

RESEARCH AND FINDINGS

The Four Primary Types of Business Innovation

The Oslo Manual, now in its fourth edition and recognized as the international reference guide for collecting and using data on innovation, identifies four primary categories of business innovation. These categories emerged from a deliberate expansion of the innovation definition beyond purely technological innovations to encompass the full range of strategic changes firms implement to enhance performance.

Product Innovation represents the introduction of a good or service that is new or substantially improved with respect to its characteristics or intended uses. This category encompasses significant improvements in technical specifications, materials, incorporated software, or usability. Product innovations can range from incremental improvements to existing offerings to entirely new product categories that create new markets. The economic significance of product innovation lies in its direct relationship to revenue generation, market share expansion, and customer value creation.

Process Innovation involves the implementation of a new or substantially improved production or delivery method. These innovations relate to how firms produce goods or deliver services, rather than what they produce. Process innovations include new manufacturing techniques, distribution methods, supply chain management approaches, or service delivery mechanisms. The economic impact of process innovation typically manifests through increased productivity, reduced production costs, improved quality, or enhanced delivery speed. Process innovations may not directly generate revenue but enhance profitability and competitiveness.

Marketing Innovation encompasses new strategies or approaches in product design, packaging, product placement, promotion, or pricing. Marketing innovations represent changes in how firms present their offerings to markets rather than changes to the products or production processes themselves. These innovations aim to better satisfy customer needs, increase market penetration, or create new market segments. The economic value of marketing innovations appears in enhanced customer acquisition, improved market positioning, and expanded addressable markets.

Organizational Innovation involves the implementation of new or substantially improved business practices, work organization methods, or external relationship structures. Organizational innovations might include new management systems, restructuring of organizational units, changes in inter-firm relationships, or implementation of knowledge management systems. The economic significance of organizational innovation lies in its

enabling role for other innovation types and its direct impact on operational efficiency, employee productivity, and organizational adaptability [3].

These four categories form a comprehensive framework for categorizing business innovation activities. Importantly, these categories are not mutually exclusive; firms often pursue multiple types of innovations simultaneously, and successful innovation strategies typically integrate across several categories.

Classification by Research and Development Intensity

Beyond the categorical framework based on innovation types, a second critical classification approach categorizes economic activities according to their research and development intensity. The OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity provides a systematic classification that groups industries into five levels based on the ratio of R&D expenditures to value-added output [6][12].

High R&D Intensity Industries include activities where R&D expenditures comprise a substantial portion of gross value added. The sectors classified at this level include aircraft and aerospace manufacturing, pharmaceuticals, computer and electronic products, scientific research and development services, and software publishing. These industries typically dedicate more than 10 percent of their value-added output to R&D activities. High R&D intensity sectors demonstrate particular importance for long-term innovation and technological advancement [11].

Medium-High R&D Intensity Industries encompass sectors with significant but somewhat lower R&D investments than the highest category. These include chemicals (excluding pharmaceuticals), electrical equipment, information technology services, machinery and equipment manufacturing, medical and dental instruments, motor vehicles, and specialized transportation equipment. These industries typically allocate 5-10 percent of value-added to R&D activities [2].

Medium R&D Intensity Industries represent a middle category of sectors conducting meaningful R&D but not at the highest levels. This category includes diverse activities such as rubber and plastics manufacturing, certain metal production activities, and selected business services. These sectors typically devote 2-5 percent of their value-added to R&D.

Medium-Low and Low R&D Intensity Industries comprise the remaining sectors where formal R&D comprises a smaller proportion of economic activity. These include construction, transportation, wholesale and retail trade, hospitality, real estate, and most personal services. Even in these sectors, innovation activity occurs regularly but may take forms less dependent on formal R&D expenditures.

This R&D intensity classification provides critical insights into innovation activity patterns. Industries with higher R&D intensity typically employ larger numbers of researchers, invest more substantially in innovation infrastructure, and generate proportionally more intellectual property [19]. However, the relationship between R&D intensity and overall innovation activity is complex; low R&D intensity sectors often engage in substantial innovation activities that do not require high-cost research infrastructure.

Innovation Activity Classification Framework

Beyond the types of innovation and R&D intensity levels, the Oslo Manual provides an additional framework specifically addressing "innovation activities"—all developmental, financial, and commercial activities undertaken by a firm intended to result in an innovation. This broader framework recognizes that innovation involves multiple coordinated activities extending beyond formal research and development [14].

Core Innovation Activity Categories

Innovation activities encompass several distinct categories, with recent expenditure patterns revealing their relative economic weight. According to the latest 2024-2025 innovation surveys and the WIPO Global Innovation Tracker, in-house R&D remains the dominant cost component (accounting for approximately 49.5% of total innovation expenditure globally), while "other innovation activities" represent a substantial 33-34% of spending when combined with machinery and equipment acquisition, highlighting the economic significance of non-R&D innovation efforts [4].

1. **Research and Experimental Development (R&D):** In-house R&D activities form the foundation for many innovations, involving the creation of new knowledge and development of new products or processes. Global corporate R&D reached a historic high of USD 1.3 trillion in 2024, representing the highest absolute level ever recorded, though growth slowed to only 3% in nominal terms (approximately 1% in real terms when adjusted for inflation). Software and ICT services accounted for more than 20% of global corporate R&D spending in 2024, up significantly from 14% in 2018, while pharmaceuticals and biotechnology maintained 19% R&D intensity—the highest among all sectors [8] [11].
2. **Machinery, Equipment, and Software Acquisition:** Firms frequently innovate by integrating existing technologies into new configurations, representing one of the fastest-growing innovation investment categories. In the UK (2022-2024 data), acquisition of machinery, equipment, and software accounted for 35% of total innovation expenditure and was among the highest-growth categories, indicating

widespread adoption of "buy and implement" strategies rather than pure internal development. Across the EU (2024 projections), this category accounts for approximately 28.5% of enterprise innovation spending, reflecting strong investment in digital transformation, cloud computing, and manufacturing modernization. The FounderNest 2024-2025 Global Innovation Budget Report confirms that machinery, equipment, and software acquisition has become the second-largest innovation expenditure category, particularly among manufacturing and traditional industries seeking to modernize operations and improve efficiency without developing proprietary technologies internally [5].

3. **External R&D Services and Contracted Research:** The purchase of R&D services, licensing, and external development activities enables firms to access specialized expertise and technological capabilities. In 2024, external R&D accounted for approximately 5-8.8% of innovation expenditure depending on region, with European firms showing higher reliance on external R&D (8.8%) compared to UK firms (5.1%), reflecting different innovation ecosystem structures and access to specialized research capabilities [1].
4. **Engineering, Design, and Creative Work:** These activities, while not always classified as formal R&D, contribute substantially to innovation outcomes. In the UK, design activities (including industrial design, product design, and service design) accounted for approximately 10-15% of innovation expenditure during 2022-2024, reflecting significant investment in user experience, aesthetics, and commercial viability of innovations [16] [17].
5. **Training, Marketing, and Organizational Activities:** Successful innovation requires organizational readiness and market preparation. Training and skill development activities support innovation outcomes by building organizational capacity. Marketing and commercialization activities—including market research, product launch advertising, and customer engagement—transform development efforts into market reality. These broader innovation support activities collectively represent 10-15% of total innovation expenditure across developed economies [20].

Sectoral Variation and Strategic Patterns

The distribution of innovation activities varies significantly by sector and firm strategy. In 2024, software and ICT services firms increased R&D intensity from 14% to over 20% of corporate spending, reflecting continued expansion in cloud computing, artificial intelligence applications, and digital transformation services. In contrast, the automotive sector experienced

declining R&D investment (–2.7% in 2024) as firms adjusted to electric vehicle transition costs and declining revenues, illustrating how external market conditions reshape innovation activity composition.

Table 1. Innovation Expenditure Distribution by Activity Category: Global and Regional Patterns, 2024–2025

Innovation Activity Category	Global Average (%)	European Firms (%)	UK Firms (%)	US Firms (%)
In-house R&D	49.5	50.8	45.0	52.0
External R&D/Contracted Services	7.0	8.8	5.1	6.5
Machinery, Equipment & Software	33.0	28.5	35.0	30.0
Other Innovation Activities	10.5	11.9	14.9	11.5

Source: WIPO Global Innovation Tracker (2025); UK Innovation Survey (2022–2024); FounderNest Global Innovation Budget Benchmarks (2025).

By technology adoption patterns, manufacturing firms increasingly emphasize machinery and equipment acquisition (particularly automation, robotics, and digital systems), while service-sector firms allocate larger shares to software, external R&D services, and organizational training. GenAI-driven innovation, emerging as a major spending driver in 2024-2025, is accelerating budget reallocation toward software acquisition, infrastructure investment, and organizational/governance restructuring activities, with global AI spending projected to exceed USD 200 billion in 2025 [18].

Measurement Approaches and Economic Indicators

From 2024–2025, global and OECD data show a continued rise in innovation-related R&D spending, but with clearly slowing growth dynamics and shifting priorities. In the OECD area, R&D intensity remained at about 2.7% of GDP through 2023 and is projected to stay broadly flat into 2024, with government budget allocations for R&D growing by only around 0.5% in real terms in 2024 based on early data for a subset of countries. Within this total, business R&D continues to dominate, accounting for roughly three quarters of all OECD R&D expenditures, while government and higher education sectors show much more modest increases [10] [13].

At the global level, the WIPO Global Innovation Tracker reports that overall R&D growth slowed to about 2.9% in 2024 and is expected to fall further to around 2.3% in 2025, marking

the weakest expansion in more than a decade. Corporate R&D expenditure nonetheless reached a historic high of nearly 1.3 trillion USD in 2024, but this translated into only about 1% real growth after adjusting for inflation, far below the long-term average. Because firm revenues grew even more slowly, average corporate R&D intensity increased from 5.3% in 2023 to 5.5% in 2024, indicating that leading firms are maintaining or slightly increasing the share of resources devoted to innovation despite a more constrained macroeconomic environment.

Preliminary 2022–2024 Community Innovation Survey updates from selected European countries show that the share of enterprises with innovation activities has begun to rise again compared with the pandemic period, accompanied in some cases by double-digit increases in expenditure on innovative activities, especially in services. These recent statistics suggest that, during 2024–2025, innovation systems are characterized by high but decelerating R&D growth, a stable or slightly rising R&D intensity, and a gradual broadening of innovation engagement among firms, all of which can be captured through integrated input, output, and impact indicators.

Integration of Innovation Categories in Economic Practice

In practical application, these various innovation categories function within integrated innovation ecosystems. Enterprises rarely pursue single categories of innovation in isolation. Instead, successful innovation strategies typically involve simultaneous pursuit of multiple innovation types, supported by innovation activities spanning the research-to-commercialization spectrum, within sectors characterized by particular R&D intensity levels.

The relationship between innovation categories demonstrates important complementarities and synergies. Product innovations frequently require process innovations to enable manufacturing or delivery at viable costs. Marketing innovations enhance market success of product innovations. Organizational innovations support implementation of new products, processes, and marketing approaches. Process innovations may enable product innovations impossible with existing capabilities. Strategic orchestration of these complementary innovation types substantially enhances innovation outcomes relative to pursuing individual innovation types separately [7].

The sector context represented by R&D intensity levels influences both the feasibility and optimal balance among innovation types. High R&D intensity sectors typically emphasize product and process innovations drawing upon formal research capabilities. Medium and low R&D intensity sectors often emphasize marketing and organizational innovations alongside incremental product and process improvements. However, this relationship is neither

deterministic nor immutable; enterprises in any sector may pursue innovation strategies emphasizing particular innovation types [15].

CONCLUSION

This paper has systematically identified and analyzed the main economic categories of innovation activity using internationally recognized frameworks and classification systems. The research reveals that innovation encompasses multiple overlapping categorization systems, each providing distinct insights into innovation processes and outcomes.

The four primary types of business innovation—product, process, marketing, and organizational—provide fundamental categories for understanding enterprise-level innovation and enable stakeholder communication regarding innovation priorities. Recognizing organizational and marketing innovations alongside product and process innovations represents an important advance, acknowledging their substantial contribution to competitive advantage and economic performance.

Classification by R&D intensity provides a sectoral perspective on innovation contexts and capabilities. The OECD taxonomy enables understanding of how innovation patterns vary across sectors and how policy interventions should differ appropriately by sector type. Innovation importance is not limited to high R&D intensity sectors; rather, innovation takes different forms appropriate to sectoral contexts. The innovation activities framework emphasizes that innovation success depends equally on research, engineering, design, marketing, commercialization, and organizational capabilities. The recognition that machinery, equipment, software, and intellectual property acquisition represent important innovation activities acknowledges that innovation frequently involves creative recombination of existing knowledge rather than creation of entirely new knowledge. Measurement frameworks enabling multidimensional assessment of innovation inputs, outputs, and impacts provide essential tools for quantifying innovation investment and effectiveness. Comprehensive measurement requires integration of indicators across these dimensions.

Implications For enterprises, understanding innovation categories enables precise identification of current activities, clarification of priorities, and effective communication regarding innovation strategy. For policymakers, these categories enable design of innovation policies appropriately targeted to fostering particular innovation types and supporting sectoral ecosystems. As economies increasingly depend upon innovation for competitive advantage, the precision with which enterprises and societies identify, measure, and nurture innovation activities will increasingly determine competitive success. Future research should examine

innovation category interrelationships, optimal innovation portfolios across sectors, and policy instruments most effective in fostering innovation within particular sectoral contexts.

REFERENCES

1. Arundel, A., Emond, C., & Geoghegan-Quinn, C. (2007). Innovation and employment: A European perspective. European Commission, Research Directorate General.
2. Carvalho, A., Nolan, E., & Rensi, E. (2022). R&D intensity at industry level: How does UK compare with top performing OECD countries? Enterprise Research Centre.
3. Coccia, M. (2017). Classifications of innovations. ArXiv Preprints, 1705.08955.
4. Eurostat. (n.d.). Glossary: Innovation activity. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/
5. FounderNest. (2025). Global innovation budget benchmarks for 2026: What enterprise leaders are really spending. https://www.foundernest.com/insights/innovation-budget-benchmarks-what-enterprise-leaders-are-really-spending
6. Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/04. OECD Publishing.
7. International Labour Organization. (2024). International Standard Industrial Classification of All Economic Activities. https://ilostat.ilo.org/methods/concepts-and-definitions/classification-economic-activities/
8. National Institute of Science and Technology Policy. (2013). R&D expenditure by type of R&D. https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2014_e/RM229E_16.html
9. National Science Foundation. (2020). Production and trade of knowledge- and technology-intensive industries. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20247/technical-appendix
10. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). Measuring Innovation: A New Perspective. OECD Publishing.
11. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). Frascati Manual: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development (2015 Edition). OECD Publishing.
12. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/04.
13. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4th Edition). OECD Publishing.
14. Reznakova, M., & Stefankova, S. (n.d.). New indicators of innovation activity in economic growth models. Journal of Economics, 59(5).
15. Statistics Canada. (2024). Innovation Ecosystem Performance Indicators: Review of Ecosystem Measures and Integration Framework. Publication no. 11-633-X.
16. UK Office for National Statistics. (2024). United Kingdom innovation survey 2023: Report. https://www.gov.uk/government/statistics/uk-innovation-survey-2023-report/united-kingdom-innovation-survey-2023-report
17. UK Research and Innovation. (2025). Categories of research and development. Innovate UK Guidance for Applicants. https://www.ukri.org/councils/innovate-uk/guidance-for-applicants/general-guidance/categories-of-research-and-development/
18. United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. (n.d.). Innovation surveys: Design and implementation standards. https://www.unescwa.org/
19. World Intellectual Property Organization. (2025). Global Innovation Index 2025: Global innovation tracker. https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/global-innovation-tracker.html
20. Zeynalli, L. (2022). The impact of innovation on the economy. Sustainable Development and Social Responsibility, 3(2).

MÜSTƏQİLLİYİN BƏRPASINDAN ÖNCƏ VƏ SONRA AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT QURUCULUĞUNDA TARİXİ DAVAMLILIQ VƏ DƏYİŞİKLİKLƏR

Yağmur MAHMUDOVA
Nakhchivan State University, Faculty of History-Philology
ORCID ID: 0009-0006-1151-9600

XÜLASƏ

Məqalədə Azərbaycan Respublikasının dövlət quruculuğu prosesinin tarixi inkişaf trayektoriyası müstəqilliyin bərpasından əvvəlki və sonrakı mərhələlər üzrə təhlil olunur. Tədqiqatın əsas məqsədi – Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti (1918–1920), sovet dövrü və 1991-ci ildən sonrakı müstəqil inkişaf mərhələsi arasında siyasi-hüquqi və institusional ardıcıllığın müəyyənləşdirilməsi, həmçinin dövlət idarəçiliyi modelində baş vermiş sistemli dəyişikliklərin qiymətləndirilməsidir. Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti zamanında yaranmış demokratik dövlətçilik ənənələrinin 1991-ci ildən sonra müstəqilliyini yenidən bərpa etmiş Azərbaycan Respublikasının konstitusion, hüquqi və siyasi arxitekturasına təsiri araşdırılır. Məqalədə həmçinin sovet dönəminin mərkəzləşdirilmiş və bolşevizm ideologiyası ilə çərçivələnmiş idarəetmə mexanizmlərindən müasir dövrdə tətbiq olunan idarə sistemi, hüquqa əsaslanan və demokratik institutlara keçid prosesi müqayisəli analiz metodu ilə izah edilir. Aparılan tədqiqat nəticəsində belə qənaətə gəlinir ki, müasir Azərbaycan dövlətçiliyi tarixi irsin mühüm elementlərini qorumaqla yanaşı, qlobal siyasi dinamikaya və milli maraqlara uyğun yeni idarəetmə modelləri və hüquqi çərçivələr formalaşdırmışdır. Dövlət quruculuğunda müşahidə olunan bu sintez — keçmişlə gələcək arasında əlaqənin davamlılığını təmin etməklə, siyasi sabitlik, hüquqi legitimlik və milli suverenliyin möhkəmləndirilməsinə xidmət edir.

Açar Sözlər: Azərbaycan Respublikası, dövlət quruculuğu, müstəqilliyin bərpası, siyasi legitimlik, institusional transformasiya, konstitusion inkişaf

HISTORICAL CONTINUITY AND CHANGES IN THE STATE-BUILDING OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN BEFORE AND AFTER THE RESTORATION OF INDEPENDENCE

ABSTRACT

The article analyzes the historical development trajectory of the state-building process of the Republic of Azerbaijan in terms of stages before and after the restoration of independence. The main goal of the study is to determine the political-legal and institutional sequence between the Azerbaijan Democratic Republic (1918–1920), the Soviet period and the independent development stage after 1991, as well as to assess the systematic changes that have occurred in the state governance model. The impact of the democratic statehood traditions that emerged during the Azerbaijan Democratic Republic on the constitutional, legal and political

architecture of the Republic of Azerbaijan, which regained its independence after 1991, is examined. The article also explains the process of transition from the centralized and Bolshevistic ideology-framed management mechanisms of the Soviet era to the modern management system, law-based and democratic institutions applied in the modern era using the method of comparative analysis. As a result of the research, it is concluded that modern Azerbaijani statehood, while preserving important elements of its historical heritage, has formed new management models and legal frameworks in accordance with global political dynamics and national interests. This synthesis observed in state-building serves to strengthen political stability, legal legitimacy, and national sovereignty by ensuring the continuity of the connection between the past and the future.

Keywords: Republic of Azerbaijan, state-building, restoration of independence, political legitimacy, institutional transformation, constitutional development

GİRİŞ

Dövlət quruculuğu prosesi hər bir xalqın siyasi mövcudluğunun, hüquqi-subyektivliyinin və milli identifikasiyasının əsas bünövrəsini təşkil edir. Azərbaycan Respublikasının müasir dövlətçilik təcrübəsi isə mürəkkəb tarixi kontekst və çoxşaxəli inkişaf mərhələləri üzərində formalaşmışdır. XX əsrin əvvəllərində yaradılan Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti ilə başlayıb, totalitar sovet cəmiyyəti zamanında və nəhayət, 1991-ci ildə müstəqilliyin bərpası ilə yeni mərhələyə qədəm qoyan Azərbaycan dövlətçiliyi, həm davamlılıq, həm də fundamental dəyişikliklər nümunəsidir. Bu tarixi dinamikada milli dövlətçilik ideyalarının, institusional mexanizmlərin və hüquqi prinsiplərin necə transformasiya olunduğunu araşdırmaq dövlət quruculuğunun əsaslarını anlamaq üçün vacibdir. Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti müsəlman Şərqində ilk demokratik respublika olaraq, milli dövlətçilik ənənələrinin hüquqi və siyasi təməlini qoymuşdu. Bu mərhələdə Azərbaycan xalqının suveren hüquqlarının aliliyi və demokratik idarəetmə prinsipləri ilk dəfə rəsmiləşdirildi. Lakin, sovet hakimiyyətinin yaranması ilə bu təməl zərbə aldı və Azərbaycan müttəfiq respublika kimi sovet ittifaqının tərkibinə daxil olmuşdu. Bu dövrdə dövlətçilik institutu formal xarakter daşısa da, milli kimlik və dövlətçilik ideyası ictimai yaddaşda yaşamağa davam etmişdi.

Müstəqilliyin bərpası ilə Azərbaycan dövlətçiliyi geniş institusional yenidənqurma mərhələsinə qədəm qoydu. 1995-ci il Konstitusiyası ilə hüquqi baza möhkəmləndirildi, demokratik institutlar formalaşdırıldı, beynəlxalq hüquq normalarına inteqrasiya təmin edildi. Eyni zamanda, tarixi dövlətçilik ənənələri yenidən canlandırıldı və dövlət idarəetməsi sistemində sovet irsinin neqativ elementlərindən uzaqlaşma prosesi başladı. Bu proseslər milli dövlətçiliyin həm davamlılığını, həm də transformasiyasını nümayiş etdirir.

Bu araşdırmanı aparmaqda məqsəd Azərbaycan Respublikasının dövlət quruculuğunda müstəqilliyin bərpasından öncə və sonrakı dövrlərdə yaranmış tarixi davamlılıq və dəyişiklikləri sistemli şəkildə araşdırmaqdır. Məqalədə üç tarixi mərhələnin – Xalq Cümhuriyyəti, sovet dövrü və müasir Azərbaycan – dövlətçilik modelinə təsir edən institusional, hüquqi və ideoloji komponentləri müqayisəli şəkildə təhlil edilir. Tədqiqatın elmi yeniliyi ondan ibarətdir ki, dövlət quruculuğunun zaman daxilindəki davamlılıq və dəyişiklik aspektləri kompleks və çoxölçülü yanaşma ilə sistemləşdirilir, həmçinin cümhuriyyət dövrünün hüquqi-ideoloji irsinin müasir dövlətçiliyə təsiri dərinləşdirilir. Araşdırmada tarix, hüquq və siyasi elmlərin metodları, o cümlədən tarixi-komporativ təhlil, institusional analiz və hüquqi normativ əsaslar tətbiq edilmişdir. Bu yanaşma Azərbaycan dövlət quruculuğunun tarixən formalaşmış inkişaf strategiyalarını müəyyən etməyə imkan verir.

1918–1920-ci illərdə Azərbaycan dövlətçiliyinin təməl prinsipləri

Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti 1918-ci ilin mayında dövlətçilik tariximizdə yeni bir səhifə açdı və milli dövlətçilik ənənələrinin bərpası ilə yanaşı, müasir Azərbaycan dövlətinin hüquqi və institusional əsaslarını qoydu. Müsəlman Şərqində ilk parlamentli demokratik respublika kimi formalaşan AXC xalqın uzun müddət apardığı milli-azadlıq mübarizəsinin məntiqi nəticəsi olaraq beynəlxalq hüquq çərçivəsində milli suverenliyin bərpasını təmin etdi (Azərbaycan tarixi:VII cilddə,VI cild).28 may 1918-ci ildə qəbul edilmiş İstiqlal Bəyannaməsi Azərbaycanın müstəqil, suveren dövlət kimi hüquqi statusunu təsdiq etdi və yeni yaranan dövlətin hüquqi və siyasi strukturunun formalaşması üçün bünövrə rolunu oynadı. Cümhuriyyət dövründə hakimiyyətin təşkili parlamentli respublika modeli əsasında quruldu. Müxtəlif siyasi və milli təmsilçilərin daxil olduğu 120 nəfərlik parlament qanunverici hakimiyyət orqanı kimi fəaliyyət göstərdi. İcra hakimiyyəti isə Nazirlər Kabinetinə həvalə olunmuş, parlament qarşısında hesabat verməklə demokratik nəzarət prinsiplərinə əsaslanan idarəetmə mexanizmini təmin etmişdir. Bu quruluş, hakimiyyətin bölgüsü və şəffaflığının təminatı ilə yanaşı, demokratik idarəçilik təcrübəsinin regionda ilk dəfə tətbiqinə nümunə olmuşdu. 1918–1920-ci illərdə hüquqi-normativ baza qəbul edilmiş, qanun və fərmanlarla gücləndirilmiş, vətəndaşların hüquq və azadlıqları, dövlət dili, milli rəmzlər qəbul olunmuş, beləliklə milli dövlətçilik şüuru formalaşdırılmışdı.

Dövlət institutlarının təşkili AXC-nin güclənməsində mühüm rol oynadı. Qısa zamanda yaradılmış məhkəmə sistemi, milli ordu və diplomatik korpus ölkənin daxili və xarici təhlükəsizliyinin təmin edilməsində əsas dayağa çevrildi. 1919-cu ildə təşkil edilən Azərbaycan Milli Ordusu dövlət müstəqilliyinin qorunmasında mühüm rol oynadı. Xarici siyasətdə isə AXC fəal diplomatik əlaqələr quraraq Paris Sülh Konfransında iştirak etməklə beynəlxalq aləmdə

mövqeyini möhkəmləndirdi və müstəqilliyini müdafiə etdi (Salmanlı,2025,10).AXC dövrü milli-mədəni sahədə milli kimlik və dövlətçilik ideyasının inkişafı üçün mühüm mərhələ təşkil etdi. Dövlət dili və rəsmi simvolların təsdiqindən əlavə, təhsil, mətbuat və mədəniyyət sahəsində geniş təşəbbüslər həyata keçirildi ki, bu da dövlətçilik ənənələrinin hüquqi və ideoloji əsaslarının möhkəmlənməsinə xidmət etdi.

Nəticə etibarilə, Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin 1918–1920-ci illərdəki fəaliyyəti milli suverenliyin bərpası, hüquqi dövlət quruculuğu və demokratik idarəetmə mexanizminin formalaşdırılması baxımından Azərbaycan dövlətçiliyinin inkişafında dönüş nöqtəsi kimi çıxış etmişdir.

Nəticə etibarilə AXC-nin dövlət quruculuğu təcrübəsi müasir Azərbaycan Respublikasının dövlətçilik modelinin əsasını təşkil etməklə tarixi davamlılıqla dəyişikliklərin uğurlu vəhdətini təmin etməkdədir.

Sovet dövründə Azərbaycan Respublikasının dövlət idarəetmə sistemi və onun xüsusiyyətləri

1920-ci ildə cumhuriyyətin süqutundan sonra Azərbaycan Sovet Sosialist Respublikası olaraq Sovet İttifaqının tərkibində yeni bir dövlətçilik mərhələsinə qədəm qoydu. Bu dövr Azərbaycan dövlət quruculuğunda tarixi davamlılıqla yanaşı, dərin və struktur dəyişikliklərinin baş verdiyi mürəkkəb bir proses kimi qiymətləndirilməlidir. Sovet rejiminin mərkəzləşdirilmiş totalitar idarəetmə modeli və sosialist ideologiyasının üstünlüyü milli dövlətçilik ənənələrinə həm meydan oxudu, həm də müəyyən aspektlərdə onları transformasiya edərək qorudu. Sovet hakimiyyəti dövründə Azərbaycan dövlət quruluşu Azərbaycan Kommunist Partiyasının nəzarətində mərkəzləşdirilmiş, vahid və ideoloji cəhətdən totalitar bir sistem əsasında formalaşdı. Hakimiyyət üçlük prinsipinə – partiya, şura və icraiyyə komitələri arasında bölünmə mexanizmi ilə həyata keçirilirdi ki, bu da demokratik nəzarət və şəffaflıq prinsiplərindən kəskin şəkildə uzaqlaşma demək idi (Azərbaycan tarixi (1900-1920-ci illər),80).Beləliklə, sovet sisteminin məhdud çərçivələri daxilinə milli suverenlik anlayışı faktiki olaraq əngəlləndi. Sovet Azərbaycanında hüquq sistemi sosialist qanunvericiliyi çərçivəsində formalaşdı, müstəqillik və dövlət suverenliyi anlayışları məhdudlaşdırıldı. Azərbaycan dili rəsmi statusunu qorusa da, rus dilinin dominantlığı dövlət idarəçiliyində milli dilin funksional imkanlarını azaltdı, bu da milli dövlətçilik ideyalarının zəifləməsinə təsir göstərdi. Hüquqi və institusional yeniliklər əsasən sosialist dövlətçiliyinin ideoloji və siyasi tələblərinə uyğun quruldu və bu, Azərbaycan dövlət quruculuğunda əsaslı dəyişikliklərə səbəb oldu. Milli mədəniyyət və təhsil sahəsində sovet dövründə ideoloji nəzarət altında müəyyən inkişaf müşahidə olunmasına baxmayaraq, senzura və partiya nəzarəti milli dövlətçilik

ideyalarının sərbəst inkişafına ciddi maneələr yaratdı. Lakin, digər tərəfdən, sovet iqtisadi siyasətinin nəticəsi olaraq sənayeləşmə, kollektivləşmə və sosial infrastrukturun inkişafı yeni idarəetmə mexanizmlərinin və dövlət institutlarının formalaşmasını zəruri etdi. Bu, öz növbəsində, müstəqilliyin bərpası prosesində Azərbaycanın dövlət idarəetmə sisteminin modernləşdirilməsi üçün tarixi bazanı təmin etdi.

Nəticə olaraq, sovet dövrü Azərbaycan dövlət quruculuğunda tarixi davamlılıq və radikal dəyişikliklərin sintezi kimi dəyərləndirilməlidir. Bu dövrün institusional və ideoloji təsirləri müasir Azərbaycan dövlətçiliyinin əsaslarını formalaşdırmaqla yanaşı, həm də onun inkişafında qarşılıqlı ziddiyyətli amillər kimi çıxış etmişdir. Sovet idarəetmə təcrübəsinin dərin təhlili müasir dövlətçilik ənənələrinin daha yaxşı anlaşılması və inkişaf etdirilməsi üçün vacibdir (Abdullayev,2016,268).

1991-ci ildən Sonra Azərbaycan dövlətçiliyinin yenidən qurulması: Tarixi davamlılıq və yeni prioritetlər

1991-ci il oktyabrın 18-də “Azərbaycan Respublikasının Dövlət Müstəqilliyi haqqında Konstitusiya Aktı”nın qəbul olunması ilə Azərbaycan xalqı XX əsrdə ikinci dəfə öz suveren dövlətini bərpa etdi. Bu addım hüquqi baxımdan 1918–1920-ci illərdə mövcud olmuş Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin siyasi və ideoloji varisliyi üzərində qurulmuş, faktiki olaraq yeni dövlətçilik mərhələsinin başlanğıcını qoymuşdur. Lakin müstəqilliyin bərpası yalnız hüquqi statusun yenilənməsi ilə kifayətlənməyib, eyni zamanda siyasi, iqtisadi və ideoloji sistemlərin əsaslı şəkildə yenidən qurulmasını zəruri etmişdir.

Dövlətçilik ənənələrinin bərpası və siyasi sistemin təşkili.1990-cı illərin əvvəllərində dövlətçiliyin təməl elementləri – hakimiyyət bölgüsü, siyasi legitimlik, hüquqi institutlar və milli təhlükəsizlik strukturları – ya mövcud deyildi, ya da ciddi şəkildə zəif idi. Ermənistanın Azərbaycana qarşı hərbi təcavüzü, Dağlıq Qarabağda separatizmin güclənməsi, eyni zamanda, daxildə siyasi qeyri-sabitlik və idarəetmədə xaos müstəqil dövlətin qurulmasına ciddi maneələr yaradırdı.1993-cü ildə ümummilli lider Heydər Əliyevin hakimiyyətə qayıdışı ilə dövlət quruculuğunda sabitlik və ardıcıllıq mərhələsi başlandı. 1995-ci ildə qəbul edilmiş Konstitusiya Azərbaycan Respublikasının demokratik, hüquqi və unitar dövlət quruluşunu təsbit edərək, siyasi sistemin əsaslarını müəyyənləşdirdi. Hakimiyyətin qanunverici, icra və məhkəmə qolları arasında səlahiyyət bölgüsü təsdiq olundu, insan hüquq və azadlıqlarının təminatı dövlət siyasətinin mərkəzi elementinə çevrildi

İqtisadi əsasların möhkəmləndirilməsi və bazar institutlarının qurulması. Müstəqillik dövrünün başlanğıc mərhələsində postsovet məkanına xas olan ümumi iqtisadi böhran Azərbaycanı da əhatə etmişdi. Sənaye və kənd təsərrüfatında istehsalın çökməsi, inflyasiya və maliyyə

sisteminin dağılması sosial sarsıntılara səbəb olmuşdu. Lakin 1994-cü ildə "Əsrin müqaviləsi"nin imzalanması ilə Azərbaycan iqtisadiyyatında yeni mərhələ başlandı (Mahmudov,2016,555).Bu müqavilə neft-qaz ehtiyatlarının beynəlxalq kapital vasitəsilə istismarı üçün hüquqi və siyasi zəmin yaratmaqla yanaşı, ölkəyə milyardlarla dollar dəyərində xarici investisiyanın axınını təmin etdi. Eyni zamanda, özəlləşdirmə proqramları, sahibkarlığın təşviqi və milli bank sisteminin yaradılması ilə iqtisadi suverenlik təmin olundu. 2000-ci illərdən etibarən Azərbaycan iqtisadiyyatı sürətli artım mərhələsinə daxil oldu, regionda enerji təminatçısı və tranzit ölkə statusu qazandı.

Xarici siyasət və beynəlxalq münasibətlər sisteminə inteqrasiya

Azərbaycanın xarici siyasətində müstəqilliyin ilk günlərindən etibarən iki əsas məqsəd prioritet təşkil etmişdir: ölkənin beynəlxalq hüquq subyekti kimi tanınması və ərazi bütövlüyünün beynəlxalq platformalarda müdafiəsi. 1992-ci ildə BMT-yə, ATƏT-ə və digər beynəlxalq təşkilatlara üzv olmaqla Azərbaycan beynəlxalq hüquqi sistemə inteqrasiya olundu (Hacıyeva,2024).1990-cı illərin ortalarından etibarən enerji diplomatiyası Azərbaycan xarici siyasətinin əsas istiqamətinə çevrildi. Bakı–Tbilisi–Ceyhan neft kəməri, Bakı–Tbilisi–Ərzurum qaz kəməri, Cənub Qaz Dəhlizi kimi beynəlxalq layihələr Azərbaycanın strateji tərəfdaşlıq əlaqələrini möhkəmləndirdi. Bu layihələr eyni zamanda ölkənin geosiyasi mövqeyini gücləndirərək, onu Qafqazda mühüm aktora çevirdi. Azərbaycan xarici siyasətində balanslaşdırılmış yanaşma prinsipinə sadiq qalaraq, Rusiya, Türkiyə, İran, Avropa İttifaqı və ABŞ kimi müxtəlif güc mərkəzləri ilə əməkdaşlığı paralel şəkildə inkişaf etdirmişdir (Abdulla,2003,26).Bu yanaşma ölkənin xarici təzyiqlər qarşısında manevr imkanlarını genişləndirmiş, regional sabitlik və çoxtərəfli diplomatik əməkdaşlıq müstəvisində uğurlar əldə etməsinə şərait yaratmışdır.

2020-ci il 44 günlük Vətən müharibəsi nəticəsində işğal altında olan ərazilərin azad olunması Azərbaycanın həm hərbi gücünün, həm də diplomatik mövqeyinin təntənəsinə çevrildi. Müharibədən sonra başlayan postmünaqişə dövrü yeni regional nizamın formalaşması, kommunikasiyaların bərpası və sülh gündəminin təşviqi baxımından xarici siyasətdə yeni mərhələ kimi dəyərləndirilə bilər (AR Prezidentinin İşlər İdarəsinin Prezident kitabxanası,Azərbaycan diplomatiyası).

Sosial-mədəni islahatlar və milli kimlik siyasəti. Dövlət müsətilliyinin bərpası milli-mədəni dəyərlərin dirçəlişi ilə də müşayiət olundu. Azərbaycan dili dövlət dili statusu qazandı, təhsil və mədəniyyət sistemləri milli ideologiyaya əsaslanaraq yenidən formalaşdırıldı. Medianın müasir tələblər səviyyəsində təşəkkülü, QHT sektorunun inkişafı, gənclərin dövlət quruculuğuna cəlb edilməsi və gender siyasətində irəliləyişlər sosial sistemin liberallaşmasının

göstəricisinə çevrildi. Milli kimliyin təşviqi, dövlətçilik simvollarının bərpası və tarix yaddaşın aktuallaşdırılması Azərbaycan cəmiyyətində vətəndaşlıq şüurunun və dövlətə inamın güclənməsində mühüm rol oynadı.

Beləliklə Azərbaycan Respublikasının müstəqilliyinin bərpasından sonrakı dövrdə həyata keçirilmiş dövlət quruculuğu prosesi kompleks və çoxşaxəli xarakter daşıyır. Bu prosesdə siyasi sabitliyin yaradılması, hüquqi dövlətin əsaslarının qoyulması, iqtisadi müstəqilliyin təmin edilməsi və balanslaşdırılmış xarici siyasət mühüm rol oynamışdır (Hacıyeva,2024).Tarixi irsə söykənərək, müasir dövlət modeli qurulmuş və Azərbaycan regional güc mərkəzinə çevrilmişdir. Bu təcrübə həm keçmişin dərslərinə əsaslanan, həm də gələcəyə yönəlmiş strateji dövlətçilik modelinin formalaşdığını göstərir.

Nəticə

Azərbaycan Respublikasının dövlət quruculuğu prosesinin tarixi müxtəlif mərhələlərin qarşılıqlı təsiri və dialoqu əsasında formalaşmışdır. Bu prosesdə üç əsas dövr — Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin (1918–1920), Sovet dövrünün (1920–1991) və müstəqilliyin bərpasından sonrakı dövrün — dövlətçilik ənənələri və idarəetmə təcrübələri həm tarixi davamlılıq, həm də məzmun və struktur dəyişiklikləri aspektində bir-birini tamamlayır.Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti Azərbaycan milli dövlətçiliyinin ideya və hüquqi təməlini qoydu. Qısa müddət ərzində təsis edilmiş demokratik idarəçilik prinsipləri, milli atributlar, rəsmi dövlət dili və beynəlxalq hüquq çərçivəsində milli suverenliyin tanınması müasir Azərbaycan dövlətinin identifikasiyası üçün əhəmiyyətli bir baza yaratdı. Bu dövrün ideyaları, dövlətçilik ənənələri və milli suverenlik konsepsiyası 20-ci əsrin sonlarında müstəqilliyin bərpası zamanı siyasi irs kimi qorunub saxlanmış və inkişaf etdirilmişdir.

Sovet dövrü, siyasi müstəqilliyin olmaması ilə yanaşı, idarəetmə, iqtisadi və sosial sahələrdə müəyyən institusional təcrübələrin formalaşması baxımından önəmli mərhələdir. Sovet sisteminin planlı iqtisadiyyat modeli, sosial təminat şəbəkəsi və genişmiqyaslı infrastruktur layihələri müstəqil Azərbaycan üçün texniki və peşəkar baza yaratdı (Aircenter.az).Eyni zamanda, sovet idarəetmə sistemi mərkəzləşdirilmiş struktur olaraq, demokratik dövlət quruculuğu baxımından limitlər və maneələr də doğurdu. Buna görə də, müstəqilliyin bərpasından sonra yeni idarəetmə strukturlarının formalaşdırılması və demokratik prinsiplərin tətbiqi prioritet kimi qarşıya qoyuldu.1

991-ci ildə müstəqilliyin bərpası ilə Azərbaycan dövlətçilik tarixində yeni mərhələ başlanmışdır. Bu dövrdə əsas məqsəd — milli suverenliyin bərpası və möhkəmləndirilməsi, demokratik institutların yaradılması, hüquqi dövlətin formalaşdırılması, iqtisadiyyatın liberallaşdırılması və beynəlxalq arenada Azərbaycan dövlətinin layiqli yerinin təmin edilməsi

idi. Konstitusiya qəbul edilərək dövlətin idarəetmə strukturları formalaşdırıldı, iqtisadi sahədə "Əsrin müqaviləsi" kimi strateji addımlar atıldı, neft sektorunun beynəlxalq şirkətlərə açılması və enerji layihələrinin həyata keçirilməsi iqtisadi suverenliyi möhkəmləndirdi.

Azərbaycanın BMT, ATƏT və digər beynəlxalq təşkilatlara üzvlüyü suverenliyin beynəlxalq səviyyədə tanınması və möhkəmləndirilməsi istiqamətində mühüm addım oldu (Abdulla,2003,24).Tarixi davamlılıq və dəyişikliklərin paralel inkişafı dövlət quruculuğunun əsasını təşkil etdi. Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətindən miras qalan milli dövlətçilik idealları və suverenlik konsepsiyası müasir dövrdə də qorunaraq inkişaf etdirilmiş, sovet dövrünün inzibati təcrübəsi və sosial infrastruktur potensialı isə transformasiya edilərək yenilənmişdir. Müasir idarəetmə sistemi daha çevik, demokratik və funksional olmaqla yanaşı, iqtisadi sahədə müstəqilliyi və davamlı inkişafı təmin edən struktur dəyişiklikləri ilə müşayiət olunmuşdur.

Nəticə etibarilə, Azərbaycan Respublikasının dövlət quruculuğu tarixi zəngin irsin qorunması və müasir çağırışlara uyğun yenilənmənin sintezi olaraq qiymətləndirilə bilər. Bu proses milli dövlətçilik ənənələrinin möhkəmləndirilməsi, idarəetmədə şəffaflıq və effektivliyin artırılması, iqtisadi müstəqilliyin təmin olunması və beynəlxalq arenada Azərbaycanın nüfuzunun yüksəldilməsi baxımından strateji əhəmiyyət kəsb edir. Azərbaycanın dövlətçilik modeli həm tarixə hörmətlə yanaşan, həm də müasir dünya reallıqlarına uyğun çevik və inkişaf yönümlü yanaşmanı özündə birləşdirir. Bu baxımdan Azərbaycan dövlət quruculuğunda tarixi davamlılıq və struktur dəyişiklikləri bir-birini tamamlayan və gücləndirən amillər kimi çıxış edir və inteqrativ yanaşma milli kimlik və dövlətçilik ənənələrinin qorunmasını təmin etməklə yanaşı, ölkənin regional və qlobal müstəvidə dayanıqlı inkişafına zəmin yaradır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

Abdulla, K. (t.y.). Müstəqillik dövründə ingilisdilli mətbuatda Azərbaycan obrazı (1993–2003). Azərbaycan Dillər Universiteti və Mərkəzi Elmi Kitabxana nəşri.

Air Center. (t.y.). Azərbaycanın xarici siyasəti: Milli maraqlara əsaslanan və müstəqil strategiya. https://aircenter.az

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. (t.y.). Ulu Öndər Heydər Əliyevin dövlət quruculuğu siyasəti.

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Bakıxanov Tarix İnstitutu. (2000). Azərbaycan tarixi: 7 cilddə (Cild 6: Aprel 1920 — İyun 1941). Bakı: Elm.

Hacıyeva, Z. (t.y.). Müstəqil Azərbaycan Respublikasının xilaskarı və qurucusu. Respublika Elmi Konfransının materialları, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.

Mahmudov, Y. (2016). Azərbaycan Respublikasının tarixi (1991–2003). Bakı: Elm.

Salmanlı, R. (2025). Milli dövlətçilik tariximizin parlaq siması: Fətəli xan Xoyski. Bakı: Nəşriyyat yoxdur.

Azərbaycan tarixi (1900–1920-ci illər). (2008). Bakı: Elm.

İNNOVATİV TƏDRİS MODELLƏRİNİN TARİX FƏNNİNDƏ TƏCRÜBƏ VƏ NƏTİCƏLƏRİ: AZƏRBAYCAN ALİ TƏHSİL SİSTEMİNƏ BAXIŞ

Gülay MUSTAFAYEVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti, Magistratura və Doktorantura Mərkəzinin I kurs magistrantı
ORCID ID: 0009-0000-5275-8153

Xülasə

Məqalədə Azərbaycan ali təhsil müəssisələrində tarix fənninin tədrisində innovativ tədris modellərinin tətbiqi, bu modellərin effektivliyi və tədris prosesinə çoxşaxəli təsiri geniş şəkildə araşdırılır. Tədqiqatın əsas məqsədi müasir tədris texnologiyalarının tələbələrin öyrənmə motivasiyasına, dərsə inteqrasiya səviyyəsinə və tarixi bilikləri mənimsəmə keyfiyyətinə göstərdiyi təsiri müəyyənləşdirməkdir.İnnovativ yanaşmalar – rəqəmsal platformalar (LMS sistemləri, elektron resurslar və multimedia vasitələri), interaktiv təlim üsulları (diskussiyalar, debatlar, beyin həmləsi), problem-yönümlü tədris, virtual və artırılmış reallıq texnologiyaları, həmçinin layihə əsaslı öyrənmə – tələbələrin dərs prosesində fəal iştirakını təmin edən və onların tarixi hadisələri yalnız fakt kimi deyil, səbəb-nəticə əlaqələri ilə anlamaqlarına şərait yaradan müasir metodlar kimi qiymətləndirilir.

Məqalədə həmçinin bu tədris modellərinin ali təhsil mühitində tətbiqinə dair praktiki nümunələr, əldə olunan nəticələr və aparılan müqayisəli analizlər təqdim olunur. Tədqiqat sübut edir ki, innovativ texnologiyaların inteqrasiyası tələbələrin tədqiqatçılıq bacarıqlarını gücləndirir, analitik düşünmə və məntiqi əlaqələndirmə qabiliyyətlərini artırır, həmçinin dərs materialının yadda qalma effektivliyini yüksəldir. Bu cür yeniliklər tələbələrdə tarix fənninə qarşı daha yüksək motivasiya və maraq formalaşdırır.Bununla yanaşı, məqalədə mövcud problemlər də diqqətə çatdırılır: texniki infrastrukturun tam yetərli olmaması, müəllimlərin yeni texnologiyalara uyğunlaşdırılması üçün əlavə təlimə ehtiyac duyulması, metodik materialların yenilənmə tələbi və innovativ yanaşmaların bəzən ənənəvi tədris sistemi ilə harmoniyasının çətinliyi kimi məsələlər xüsusi vurğulanır.Aparılan təhlillər göstərir ki, innovativ tədris modellərinin səmərəli tətbiqi yalnız texniki bazanın mövcudluğu ilə deyil, həm də pedaqoji strategiyaların düzgün seçilməsi, müəllimlərin peşəkar inkişafı və təhsil mühitinin modernləşdirilməsi ilə birbaşa bağlıdır. Məqalə nəticə olaraq tarix tədrisinin gələcək inkişafı üçün praktik tövsiyələr irəli sürür və ali təhsildə innovativ yanaşmaların sistemli şəkildə tətbiq edilməsinin vacibliyini əsaslandırır.

Açar sözlər: İnnovativ tədris modelləri,Rəqəmsal təhsil texnologiyaları,Tarix fənninin tədrisi,Ali təhsil,Virtual reallıq (VR),Problem-yönümlü təlim,Interaktiv metodlar

EXPERIENCE AND RESULTS OF INNOVATIVE TEACHING MODELS IN HISTORY: A REVIEW OF THE AZERBAIJANI HIGHER EDUCATION SYSTEM

ABSTRACT

The article extensively explores the application of innovative teaching models in the instruction of the history subject in higher education institutions of Azerbaijan, evaluating the effectiveness of these models and their multifaceted impact on the teaching process. The main purpose of the research is to determine how modern instructional technologies influence students' learning motivation, their level of engagement in lessons, and the quality of their acquisition of historical knowledge.Innovative approaches—such as digital platforms (LMS systems, electronic resources, and multimedia tools), interactive teaching methods (discussions, debates, brainstorming), problem-based learning, virtual and augmented reality technologies, as well as project-based learning—are assessed as modern methods that ensure students' active participation in the learning process and enable them to understand historical events not merely as facts, but through cause-and-effect relationships.

The article also presents practical examples, obtained results, and comparative analyses regarding the implementation of these teaching models within higher education settings. The research proves that the integration of innovative technologies strengthens students' research skills, enhances their analytical and logical thinking abilities, and increases the effectiveness of memory retention. Such innovations foster higher motivation and interest toward the study of history.At the same time, the article highlights existing problems: insufficient technical infrastructure, the need for additional training to adapt teachers to new technologies, the requirement for updated methodological materials, and the difficulty of harmonizing innovative approaches with the traditional teaching system.The analyses show that the effective implementation of innovative teaching models depends not only on the availability of technical resources but also on the appropriate selection of pedagogical strategies, professional development of teachers, and modernization of the educational environment. The article ultimately offers practical recommendations for the future development of history teaching and substantiates the importance of systematically applying innovative approaches in higher education.

Keywords: Innovative teaching models, Digital educational technologies, History teaching, Higher education, Virtual reality (VR), Problem-based learning, Interactive methods

Giriş:

Müasir dövrdə qloballaşma, informasiya bolluğu və rəqəmsal dünyanın sürətlə inkişafı ali təhsil sistemində yeni təlim modellərinin formalaşdırılmasını zəruri etmişdir. Xüsusilə humanitar

sahələrdə, o cümlədən tarix fənninin tədrisində innovativ yanaşmaların tətbiqi tələbələrin dünyagörüşünün genişlənməsi, tədqiqat bacarıqlarının inkişafı və analitik düşünmə qabiliyyətinin gücləndirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Artıq ənənəvi tədris modelləri mövcud informasiya mühitinin tələblərinə tam cavab vermədiyi üçün ali təhsil müəssisələrində bilik əldə etməyə yönəlmiş mexaniki proses deyil, yaradıcı, problem həllinə əsaslanan və tənqidi düşüncəni stimullaşdıran öyrənmə mühiti qurmaq əsas prioritetlərdən birinə çevrilmişdir.

Təhsil üzrə müasir yanaşmaların qeyd etdiyi kimi, XXI əsrin tədrisi "informasiya ötürülməsi deyil, bilik istehsalı prosesinin idarə edilməsi" kimi xarakterizə olunur (Fullan, 2013). Bu baxımdan ali təhsildə, xüsusilə də tarix fənninin tədrisində innovativ metodların tətbiqi tələbələrin analitik düşünmə, mənbə ilə işləmə və tədqiqat bacarıqlarının inkişafında mühüm rol oynayır. Tarix elmi yalnız faktların əzbərlənməsi deyil, həm də tarixi hadisələrin dərin analizi, sosial-siyasi proseslərin mahiyyətinin müəyyən edilməsi, hadisələr arasındakı səbəb-nəticə əlaqələrinin düzgün qurulması və obyektiv interpretasiya bacarığını tələb edir. Buna görə də tarixin tədrisində yeni metodların inteqrasiyası təlim prosesinin səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, tələbələrin tarixi bilikləri kontekstual çərçivədə qavrama imkanlarını genişləndirir.Dewey-in fikrincə, "öyrənmə ancaq təcrübə ilə inteqrasiya olunduqda davamlı və mənalı olur" (Dewey, 1938). Bu yanaşma rəqəmsal platformaların, virtual reallığın, interaktiv xəritələrin, layihə əsaslı təlimin, problem-yönümlü və tələbəyönümlü tədris modellərinin tətbiqinin əhəmiyyətini daha da artırır. Müasir texnoloji imkanlar tarixi hadisələrin modelləşdirilməsi, tarixi şəxsiyyətlərin fəaliyyətinin interaktiv izlənilməsi, mənbələrin elektron əsasda müqayisəli təhlili kimi imkanlar yaradaraq tarix tədrisinin həm daha canlı, həm də daha səmərəli təşkil olunmasına şərait yaradır.Azərbaycan ali təhsil sistemində aparılan islahatlar, kurikulum yenilənmələri və rəqəmsal tədris infrastrukturunun genişlənməsi innovativ tədris modellərinin tarix fənninə inteqrasiyasını sürətləndirmişdir. Bununla belə, prosesin real nəticələrinin əldə olunması müəllimlərin pedaqoji və rəqəmsal kompetensiyalarının artırılması, metodik dəstəyin gücləndirilməsi və istifadə olunan resursların keyfiyyətinin yüksəldilməsi ilə sıx bağlıdır. Müasir tələblərə cavab verən ali təhsil modeli yalnız texnoloji vasitələrin mövcudluğu ilə deyil, bu vasitələrdən məqsədyönlü, sistemli və elmi-pedaqoji prinsiplərə uyğun şəkildə istifadə edilməsi ilə müəyyən olunur.

Bu məqalədə innovativ tədris modellərinin tarix tədrisində tətbiq təcrübəsi, onların nəticələri, üstünlükləri və mövcud çətinlikləri, həmçinin Azərbaycan ali təhsil sistemində istifadəsinin elmi-pedaqoji əsasları sistemli şəkildə təhlil edilir.

Əsas hissə:

Müasir dövrün insanlıq üzərindəki məhz ən böyük nəaliyyəti cəmiyyətin həyatını həm asanlaşdırmaq,həm də daha məhsuldar etmək üçün yenilikçi texnologiyalardan istifadədir. Təhsil üzrə müasir yanaşmaların qeyd etdiyi kimi, XXI əsrin tədrisi "informasiya ötürülməsi deyil, bilik istehsalı prosesinin idarə edilməsi" kimi xarakterizə olunur (Fullan, 2013). Beləliklə,hər sahədə olduğu kimi təhsil sahəsində də innovativ texnologiyaların tətbiqi mütləq və qaçınılmaz idi. Qaçınılmaz olmasının əsas səbəbi isə təhsil sisteminin inkişafı ilə texnologiyaların birbaşa əlaqəsindən irəli gəlmişdir.

Bəs innovativ tədris modellərinə nələr daxildir?

İnnovativ tədris metodları yalnız təlim və təhsildə ən qabaqcıl texnologiyaları və ən son təhsil tendensiyalarını öyrənmək deyil,eləcədə tələbələri fəal şəkildə dərsə qoşulmağa və dərs zamanı sinif yoldaşları və müəllimlərlə qarşılıqlı əlaqədə olmağa təşviq edən metdolardır.

Bu gün Azərbaycan təhsil mühitinə nəzər saldığımız zaman istər ümumtəhsil,istərsə də Ali təhsil ocaqlarında innovativ tədris modellərinin tətbiqi ilə rastlaşırıq. Müasir ali təhsil kontekstində innovativ tədris modellərinin tətbiqi tələbələrin passiv öyrənicidən aktiv bilik istehsalçısına çevrilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu innovasiyalar nəinki riyazi-texniki,eləcədə tibbi-sosial,humanitar və təbiət elmlərində də tətbiq olunur.

Piaget-in konstruktivist nəzəriyyəsi göstərir ki, bilik tələbənin öz fəaliyyəti nəticəsində qurulur və yalnız əzbərləmə ilə mənimsənilmir (Piaget, 1970). Tarix fənninin tədrisində bu yanaşma,xüsusilə tarixi hadisələrin səbəb-nəticə əlaqələrinin anlaşılması üçündür.Tarix dərslərində qrup müzakirələri, layihə və problem-yönümlü tapşırıqlar tələbələrin analitik və tənqidi düşünmə bacarıqlarının inkişafına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bu fəaliyyətlər tələbələri passiv məlumat qəbuledicisindən aktiv öyrənənə çevirərək onların tarixi hadisələri səbəb-nəticə əlaqələri çərçivəsində izah etməsinə, müxtəlif perspektivləri müqayisə etməsinə və öz mövqelərini əsaslandırmasına şərait yaradır. Qrup müzakirələri tələbələrin sosial öyrənmə bacarıqlarını gücləndirir, fikir müxtəlifliyinin qəbul edilməsini təşviq edir və tarixi məsələlərə çoxşaxəli yanaşma formalaşdırır. Layihə əsaslı öyrənmə isə tələbələrin real tədqiqat prosesinə cəlb olunmasına, tarixi mənbələrdən istifadə etməsinə və nəticələri sistemli şəkildə təqdim etməsinə imkan yaradır.Ali təhsil müəssisələrində Moodle, Google Classroom, Padlet və digər rəqəmsal platformaların istifadəsi dərslərin interaktiv və çevik təşkilinə geniş imkanlar açır. Bu platformalar vasitəsilə müəllimlər dərs materiallarını elektron şəkildə təqdim edir, forumlarda müzakirələr aparır, tələbələrin işlərini onlayn şəkildə qiymətləndirir və fərdi geribildirim verir. Beləliklə, öyrənmə prosesi auditoriya ilə məhdudlaşmır, dərsdən kənara daşıdılır və tələbələr üçün fasiləsiz öyrənmə mühiti yaradılır.Siemens (2005) connectivism nəzəriyyəsində müasir

öyrənmənin mahiyyətini izah edərək bildirir ki, biliklər artıq təkcə fərdin beynində deyil, şəbəkələrdə, rəqəmsal məlumat bazalarında və insanlararası əlaqələrdə mövcuddur. Bu nəzəri çərçivə tarix tədrisinə xüsusi uyğunluq göstərir, çünki tarix elmi müxtəlif mənbələrdən, coğrafiyalardan və perspektivlərdən gələn məlumatların inteqrasiyasına əsaslanır. Rəqəmsal mühit isə məhz belə bir şəbəkəyə bağlı öyrənmə modelini dəstəkləyir.Tarix fənnində rəqəmsal vasitələrin tətbiqi tələbələrə eyni anda müxtəlif növ resurslardan – arxiv sənədlərindən, interaktiv xəritələrdən, tarixi xronologiyaları əks etdirən cədvəllərdən, virtual muzeylərdən, video materiallardan və multimedialardan – istifadə edərək hadisələri daha dərindən təhlil etməyə imkan yaradır. Bu resurslar ənənəvi dərslərdə çatışmayan vizuallıq və praktiklik elementlərini tədris prosesinə daxil edir. Məsələn, interaktiv xəritələr vasitəsilə tələbələr müxtəlif imperiyaların ekspansiya siyasətlərini addım-addım müşahidə edə, coğrafi faktorların tarixi proseslərə təsirini vizual şəkildə izləyə bilirlər. Arxiv materiallarına onlayn çıxış isə tələbələri ilkin mənbələrlə birbaşa tanış edir və onların tədqiqat bacarıqlarını artırır.Tələbələr internetdəki arxiv materiallarından, interaktiv xəritələrdən, video və sənədli filmlərdən istifadə edərək məlumatı yalnız qəbul etmir, eyni zamanda analiz edir, müqayisə aparır və öz elmi nəticələrini formalaşdırırlar. Bu metodlar öyrənmə prosesini sadəcə yadda saxlama ilə məhdudlaşdırmır, tələbənin tarixi hadisələrə analitik və tənqidi baxışını inkişaf etdirir. Rəqəmsal vasitələrin tətbiqi dərsi daha motivasiyaedici edir, tələbələrdə maraq oyadır və onların öyrənmə prosesinə fəal şəkildə qoşulmasına şərait yaradır.

Bütün bunlar göstərir ki, rəqəmsal texnologiyalar və innovativ tədris modelləri tarix tədrisinin yalnız forması deyil, həm də mahiyyətini dəyişir: fakt mərkəzli təlimdən tədqiqat yönümlü, interaktiv və tələbəyönümlü təlimə keçidi sürətləndirir.

Problem-yönümlü öyrənmə (PBL) tələbələri tarixi hadisələri yalnız fakt kimi qəbul etməyə deyil, onları həll olunması lazım olan problemlər kimi araşdırmağa təşviq edir. Bu metod tələbələrin tədqiqat bacarıqlarını, analitik düşünmə qabiliyyətini və müstəqil öyrənmə vərdişlərini gücləndirir. Layihə əsaslı öyrənmə isə tələbələrə mövzu ilə bağlı araşdırma aparmaq, məlumatları sistemləşdirmək və nəticələri təqdim etmək imkanı yaradır. Bu yanaşma tələbələrdə həm praktiki bacarıqları, həm də yaradıcı düşüncəni inkişaf etdirir.

Problem-yönümlü öyrənmə (Problem-Based Learning – PBL) humanitar fənlər də daxil olmaqla, ali təhsildə tənqidi düşünmə, analitik bacarıqlar və müstəqil araşdırma vərdişlərini inkişaf etdirən ən effektiv metodlardan biri hesab olunur. Tarix fənnində PBL yanaşmasının tətbiqi tələbələrin tarixi hadisələri hazır faktlar kimi deyil, araşdırılması və həll olunması tələb olunan kompleks proseslər kimi dərk etməsinə imkan yaradır. Bu baxımdan “Səfəvi-Osmanlı münasibətlərinin gərginləşməsinin əsas səbəbləri nə idi?” mövzusu üzrə PBL modelinin tətbiqi

həm məzmun, həm də metodoloji baxımdan uğurlu nümunədir.Dərsin başlanğıcında müəllim tələbələrə faktlar təqdim etmir; əksinə, qarşılarına real tarixi kontekstə uyğunlaşdırılmış problem qoyulur: "Əgər sən XVI əsrdə səfir olsaydın, iki imperiya arasında müharibəni necə önləyə bilərdin?" Bu problem situasiyası tələbələri həm tarixi materialı araşdırmağa, həm də diplomatik və siyasi düşünmə bacarıqlarını işə salmağa sövq edir.Tələbələrdən gözlənilən ilk fəaliyyət tarixi mənbələr və araşdırma materialları əsasında Səfəvi-Osmanlı münasibətlərində gərginliyin yaranma səbəblərini müəyyən etməkdir. Bu məqsədlə qruplar siyasi, iqtisadi, dini-ideoloji və coğrafi faktorları ayrıca təhlil edir və hadisələrin dinamikası üzrə ilkin nəticələr çıxarırlar. Məsələn, siyasi rəqabət, məzhəb fərqlərinin yaratdığı ideoloji qarşıdurma, Şərqi Anadolu və Cənubi Qafqaz üzərində nəzarət uğrunda mübarizə, ticarət yollarına hakimiyyət kimi amillər qruplar tərəfindən araşdırılır.Sonrakı mərhələdə tələbələr müxtəlif tarixi perspektivlərdən çıxış edən simulyativ qruplara bölünürlər: Osmanlı sarayının məsləhətçiləri, Səfəvi sarayının nümayəndələri və bitərəf Avropa diplomatları. Bu bölgü tələbələrin hadisələri müxtəlif siyasi mövqelərdən qiymətləndirməsinə, tərəflərin maraqlarını müqayisə etməsinə və diplomatik mülahizə yürütməsinə şərait yaradır. Hər qrup gərginliyin azaldılması və müharibə riskinin qarşısının alınması üçün özünün hazırladığı strategiyaları formalaşdırır. Bu strategiyalar debat şəklində sinifdə müzakirə olunur və tələbələr öz mövqelərini tarixi faktlar və mənbələr əsasında əsaslandırırlar.

PBL modelinin tətbiqi nəticəsində tələbələr yalnız tarixi faktları öyrənməklə kifayətlənmir, hadisələr arasındakı əlaqələri təhlil edir, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirir və tarixi proseslərə daha dərin analitik baxış formalaşdırırlar. Bu metod eyni zamanda tələbələrdə diplomatik təfəkkür, problem həll etmə, tənqidi düşünmə və debat aparmaq bacarıqlarını inkişaf etdirir. Beləliklə, PBL yanaşması tarix fənninin tədrisində tələbələri aktiv subyektə çevirərək, tarixi biliklərin həm praktik, həm də konseptual səviyyədə mənimsənilməsinə mühüm töhfə verir.

Layihə əsaslı öyrənmə (Project-Based Learning) tarix fənninin tədrisində tələbələrin tədqiqat, analiz və təqdimetmə bacarıqlarını inkişaf etdirən innovativ metodlardan biri kimi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu yanaşma tələbələri mövzunu öyrənməyə yalnız nəzəri aspektdən deyil, real araşdırma və yaradıcı təqdimat prosesi vasitəsilə cəlb edir. Tarix tədrisində layihə əsaslı öyrənmənin tətbiqinə nümunə olaraq "Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti (1918–1920) dövrü üzrə interaktiv zaman xəritəsinin hazırlanması" mövzusu göstərilə bilər.Bu model çərçivəsində tələbələr qruplara bölünür və AXC dövrünü müxtəlif aspektlərdən əhatə edən interaktiv layihə hazırlamaq tapşırığı alırlar. Qruplara verilən alt-mövzular aşağıdakı istiqamətləri əhatə edir: Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətində siyasi sistem və dövlət idarəçiliyi, diplomatiya və xarici

siyasət xətti, Azərbaycan Ordusunun təşkili, maarif, mədəniyyət və sosial islahatların mahiyyəti, eləcə də Bakının azadlığı prosesində Nuru Paşanın fəaliyyəti. Bu mövzular tələbələrə AXC tarixini çoxşaxəli şəkildə araşdırmağa, hadisələr arasındakı əlaqələri daha dərindən qavramağa imkan yaradır.

Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı tələbələrdən elektron arxiv materialları, xəritələr, fotoşəkillər və digər tarixi resursları toplamaq, əldə edilən məlumatları sistemləşdirmək, həmçinin Canva, Padlet, Google Sites və ya PowerPoint kimi rəqəmsal platformalarda vizual layihə formalaşdırmaq tələb olunur. Layihənin əsas tələblərindən biri interaktiv zaman xəritəsinin hazırlanmasıdır ki, bu da hadisələrin xronoloji ardıcıllıqla təqdim olunmasını, tarixi proseslərin vizual və analitik şəkildə izah edilməsini mümkün edir. Tələbələr araşdırma prosesinin nəticələrini həm qrup daxilində, həm də sinif qarşısında 10–15 dəqiqəlik təqdimat şəklində nümayiş etdirir, mənbələrlə işləmə prosesini açıqlayır və digər qrupların suallarını cavablandırırlar.

Bu tədris modeli tələbələrin yalnız nəzəri bilik əldə etməsi ilə məhdudlaşmır, onların tədqiqat bacarıqlarını, mənbə ilə işləmə vərdişlərini və elmi nəticələri əsaslandırmaq qabiliyyətini gücləndirir. Bundan əlavə, layihə əsaslı öyrənmə komanda daxilində əməkdaşlıq, yaradıcı düşüncə, rəqəmsal alətlərdən istifadə və akademik təqdimat bacarıqlarının inkişafına şərait yaradır. Beləliklə, bu metod tarix fənninin tədrisində tələbəyönümlü, interaktiv və tətbiqi xarakter daşıyan öyrənmə mühitinin formalaşmasına real töhfə verir.

İnnovativ tədris metodlarının tətbiqi müasir ali təhsil sistemində öyrənmə prosesinin keyfiyyətini artıran əsas pedaqoji tendensiyalardan biri hesab olunur. Bu yanaşmalar tələbələri bilikləri passiv şəkildə qəbul edən deyil, öyrənmə prosesinə aktiv qoşulan subyektlərə çevirir. Lakin innovativ metodların uğurla tətbiqi həm müəllimlərin, həm də tədris müəssisələrinin hazırlıq səviyyəsindən asılıdır.

İlk növbədə, müəllimlərin texnoloji və pedaqoji hazırlığı aktual məsələ kimi çıxış edir. Mishra və Koehler innovativ tədrisin yalnız texnologiyanın istifadəsi ilə məhdudlaşmadığını, əksinə, texnologiya, pedaqogika və fənn biliklərinin balanslı şəkildə inteqrasiyasının vacib olduğunu vurğulayırlar. Onların fikrincə, “müəllim texnologiyanı bilə bilər, lakin onu pedaqoji məqsədlə tətbiq etməyi bacarmırsa, təlim prosesi effektiv olmayacaq” (Mishra & Koehler, 2006, TPACK: A Framework for Teacher Knowledge, p. 1030). Bu səbəbdən müəllim yalnız texniki alətlərdən xəbərdar olmalı deyil, həm də onları hansı növ dərslərdə, hansı tədris metodları ilə uyğunlaşdıracağını bilməlidir. Əks halda, rəqəmsal alətlər öyrənmə prosesini zənginləşdirmək əvəzinə, tələbələrin çaşqınlığına və maraq azalmasına gətirib çıxara bilər.

İkinci çətinlik institusional resurslarla bağlıdır. Bir çox ali təhsil müəssisələrində texniki infrastrukturun zəif olması innovativ metodların geniş tətbiqinə imkan vermir. Virtual reallıq (VR), simulyasiya laboratoriyaları və interaktiv platformalar kimi alətlər güclü texniki baza tələb edir. Fullan bu məsələni təhlil edərək qeyd edir ki, "təhsildə dəyişiklik yalnız texnologiyanın mövcudluğu ilə deyil, həm də həmin yeniliyin müəllim və tələbələr tərəfindən qəbul edilməsi ilə mümkündür" (Fullan, 2013, The New Meaning of Educational Change, p. 45). Ona görə də innovasiyaların uğuru həm maddi texniki təminatdan, həm də psixoloji və mədəni hazırlıqdan asılıdır.

Bütün məhdudiyyətlərə baxmayaraq, innovativ metodların tətbiqi üzrə inkişaf perspektivləri kifayət qədər genişdir. Müəllimlərin peşəkar inkişaf proqramlarının artırılması, təhsil müəssisələrində rəqəmsal infrastruktura investisiya qoyulması və müasir təlim platformalarının istifadəsinin genişləndirilməsi bu sahədə mühüm irəliləyişlərə səbəb ola bilər. Tələbələrin rəqəmsal alətlərlə işləməyə yüksək adaptasiya potensialı da innovativ tədrisin səmərəliliyini artırır.

Nəticə etibarilə, innovativ tədris metodları tələbələrin analitik düşünmə, tədqiqat aparma və problem həll etmə bacarıqlarını gücləndirir. Eyni zamanda, yaradıcı yanaşmanı inkişaf etdirir, tələbələri əmək bazarının tələblərinə uyğun müasir kompetensiyalarla təmin edir. Bu səbəbdən innovativ metodların geniş tətbiqi təhsil sisteminin davamlı inkişafında mühüm rol oynayır.

Nəticə:

Müasir dövrdə innovativ tədris metodlarının tətbiqi ali təhsildə öyrənmə prosesinin mahiyyətini dəyişən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir. Təhlillər göstərir ki, problem-yönümlü öyrənmə (PBL), layihə əsaslı öyrənmə (Project-Based Learning) və rəqəmsal platformaların istifadəsi tələbələri passiv məlumat qəbuledicisindən aktiv bilik istehsalçısına çevirir. Tarix fənni nümunəsində PBL-in tətbiqi tələbələrə tarixi hadisələri sadəcə öyrənmək deyil, onları tədqiq etmək, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirmək və müxtəlif perspektivlərdən qiymətləndirmək imkanı verir. Səfəvi–Osmanlı münasibətlərinin PBL modelində tədrisi, tələbələrin diplomatik və analitik düşüncə qabiliyyətlərini inkişaf etdirərək hadisələrin həllini problem kontekstində araşdırmasına şərait yaradır. Bu yanaşma həmçinin tələbələrdə kritik düşünmə, müstəqil araşdırma və debat bacarıqlarını gücləndirir, onların tarixi bilikləri həm praktik, həm də konseptual səviyyədə mənimsəməsinə imkan verir.

Layihə əsaslı öyrənmə isə tələbələrdə tədqiqat aparmaq, məlumatları sistemləşdirmək və vizual təqdimat vasitəsilə nəticələri paylaşmaq bacarıqlarını inkişaf etdirir. "Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti dövrü üzrə interaktiv zaman xəritəsinin hazırlanması" layihəsi tələbələri tarix fənni çərçivəsində kompleks və çoxşaxəli öyrənmə prosesinə cəlb edir, hadisələr arasındakı

əlaqələri vizual şəkildə göstərmək imkanı yaradır və komanda daxilində əməkdaşlıq vərdişlərini formalaşdırır. Bu isə həm fərdi, həm də qrup öyrənmə bacarıqlarının, həmçinin yaradıcı təfəkkürün inkişafına birbaşa töhfə verir.

Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi də tədrisin effektivliyini artıran vacib komponentdir. Moodle, Padlet, Google Classroom və digər platformalar vasitəsilə dərs prosesi auditoriya məkanından çıxır, tələbələr fasiləsiz, interaktiv və çoxşaxəli öyrənmə mühitinə daxil olurlar. Siemens-in connectivism nəzəriyyəsinə uyğun olaraq, bilik artıq yalnız fərdin beynində deyil, şəbəkələrdə, rəqəmsal məlumat bazalarında və insanlararası əlaqələrdə mövcuddur (Siemens, 2005). Bu, tarix fənnində tələbələrin müxtəlif mənbələrdən məlumat toplamasına, onları müqayisə etməsinə və analitik şəkildə şərh etməsinə imkan verir. Interaktiv xəritələr, virtual muzeylər, sənədli filmlər və arxiv materialları tədrisi daha vizual, praktik və motivasiyaedici edir, tələbələrin dərsə marağını artırır və öyrənməyə fəal şəkildə qoşulmalarını təmin edir.

Eyni zamanda, innovativ metodların tətbiqində müəyyən çətinliklər də mövcuddur. Mishra və Koehler (2006) vurğulayırlar ki, müəllim yalnız texnologiyanı bilmək kifayət deyil; onu pedaqoji və fənn bilikləri ilə harmoniyada tətbiq edə bilməlidir. Texnologiya ilə pedaqogika və məzmun bilikləri inteqrasiya olunmadıqda, rəqəmsal alətlər öyrənmə prosesində çaşqınlıq yarada və tələbələrin motivasiyasını azalda bilər. Fullan (2013) isə qeyd edir ki, texnologiya və innovativ metodların uğurla tətbiqi həm texniki imkanlardan, həm də müəllim və tələbələrin bu yenilikləri qəbul etməsi və adaptasiyası ilə bağlıdır. Buna görə də institusional infrastruktur, müəllimlərin peşəkar inkişafı və tələbələrin rəqəmsal mühitə adaptasiyası innovativ tədrisin davamlılığı üçün vacib şərtlərdir.

Bütün bunlara baxmayaraq, innovativ tədris metodlarının perspektivləri olduqca ümidvericidir. Müasir tədris proqramlarının yenilənməsi, müəllimlər üçün treninqlərin təşkili və rəqəmsal infrastrukturun gücləndirilməsi bu metodların daha geniş tətbiqinə imkan yaradır. Tələbələrin texnologiyaya marağı və rəqəmsal alətlərdən istifadə vərdişlərinin artması dərsin interaktivliyini və öyrənmənin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldir.

Nəticədə, innovativ tədris yanaşmaları yalnız öyrənmə prosesini zənginləşdirmir, həm də tələbələrin analitik düşünmə, tədqiqat və problem həll etmə bacarıqlarını inkişaf etdirir. Layihə və problem-yönümlü metodlar, rəqəmsal vasitələr və qrup müzakirələri birlikdə tələbələr üçün müasir dövrün tələblərinə uyğun, çevik və yaradıcı öyrənmə mühiti yaradır. Beləliklə, innovativ tədris modelləri tarix fənnində tələbəyönümlü, interaktiv və tədqiqat yönümlü öyrənmə mühitinin formalaşmasına, həmçinin müasir təhsil sisteminin davamlı inkişafına mühüm töhfə verir.

Ədəbiyyat:

1.Fullan, M. (2013). The new meaning of educational change (5th ed.). New York, NY: Teachers College Press.
2.Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
3.Piaget, J. (1970). Science of education and the psychology of the child. New York, NY: Viking Press.
4.Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1), 3–10. https://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm
5. https://muallim.edu.az/tehsilde-innovasiya-geleceyin-tehsil-modelleri

EĞİTİMDE İKİZ DÖNÜŞÜMÜN OKUL LİDERLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN İNCELENMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR DİJİTAL OKUL LİDERLİĞİ YAKLAŞIMI

Büşra KOÇ
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Training Management, Antakya, Hatay
ORCID: 0000-0002-0865-1591

ÖZET

Bu çalışma, çağdaş eğitim sistemlerinde giderek belirginleşen "ikiz dönüşüm" sürecinin yani dijital dönüşüm ile sürdürülebilirlik dönüşümünün eşzamanlı ve bütünleşik yürütülmesinin okul liderliği perspektifinden analiz edilmesini amaçlamaktadır. Günümüz okulları bir yandan dijital teknolojilerin, öğrenme analitiğinin ve yapay zekâ uygulamalarının eğitim süreçlerine entegrasyonuyla dönüşürken, diğer yandan çevresel, toplumsal ve etik sorumluluk eksenli sürdürülebilirlik misyonunu üstlenmektedir. Ancak saha uygulamalarında dijitalleşme ile sürdürülebilirliğin çoğunlukla ayrı stratejiler ve ayrı projeler olarak ele alındığı görülmekte; bu durum okul düzeyinde parçalı uygulamalar, koordinasyon eksikliği ve stratejik liderlik boşluğu yaratmaktadır. Dolayısıyla okul müdürlerinin bu iki dönüşümü eşgüdümlü biçimde yönetebilme kapasitesi kritik bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Araştırmanın kuramsal temeli, Hargreaves ve Fink'in (2006) sürdürülebilir liderlik modeli, ISTE'nin (2018) okul liderliği standartları ve UNESCO'nun (2020) bütün-okul yaklaşımı üzerine kuruludur. Bu yaklaşımlardan hareketle "liderlik yetkinlikleri → okul politikası bütünleşmesi → uygulama süreçleri → sürdürülebilir dijital okul kültürü" döngüsü önerilmektedir. Çalışma, durum desenine dayalı nitel bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Farklı sosyo-ekonomik bağlamlarda yer alan üç okul (bir lise, bir meslek okulu ve bir ortaokul) araştırmanın durumlarını oluşturmakta; toplam 9 okul lideri (müdür ve müdür yardımcıları) çalışmanın katılımcı grubunu oluşturmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmakta; liderlerin dijitalleşme ve sürdürülebilirlik kavramlarına ilişkin algıları, politika uygulama deneyimleri, stratejik roller, karşılaşılan kültürel, etik engeller ve gelecek vizyonları tematik olarak analiz edilmiştir. Ortaya çıkan bulgular, okul liderlerinin dijitalleşmeyi daha çok altyapı, teknolojik araçlar, dijital platform yönetimi ve kriz çözme ile ilişkilendirdiğini; sürdürülebilirliği ise çevresel duyarlılık, enerji tasarrufu ve sosyal farkındalık projeleriyle bağdaştırdığını göstermektedir. Bu durum, ulusal politika belgelerinde yer alan "ikiz dönüşüm" vizyonunun okul düzeyinde henüz bütünleşik bir anlayışa dönüşmediğini ortaya koymaktadır. Katılımcılar dijitalleşme çabalarında öğretmen motivasyonu, proje yönetimi ve dış paydaşlarla iş birliğini önemli bulurken; sürdürülebilirlik uygulamalarında kaynak yönetimi, okul kültürü ve toplumsal duyarlılık çalışmaları öne çıkmaktadır. Ancak her iki dönüşümün aynı strateji, aynı vizyon ve

aynı izleme mekanizmalarında buluşmadığı görülmektedir. Buna karşın "yeşil okul" projeleri, enerji verimliliği etkinlikleri ve çevrimiçi sürdürülebilirlik modülleri gibi iyi uygulama örnekleri mevcuttur. Sonuç olarak dijitalleşme ve sürdürülebilirlik süreçlerinin ayrı kanallarda ilerlemesi, okul kültüründe stratejik kopukluk yaratmaktadır. Bu nedenle çalışma, "Sürdürülebilir Dijital Okul Liderliği (SDOL)" yaklaşımını önermektedir. SDOL, okul liderinin teknolojiyi yalnızca araçsal değil; etik, kapsayıcı ve çevresel duyarlılıkla bütünleşmiş pedagojik bir vizyon unsuru olarak ele almasını vurgulamaktadır. Araştırmadan elde edilen çıkarımlar, okul liderlerinin mesleki gelişiminde dijital etik, veri güvenliği, yeşil bilişim, kapsayıcı tasarım ve toplumsal adalet temi merkezli bütünleşik eğitim programlarının gerekliliğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, okul strateji belgelerinde dijitalleşme ve sürdürülebilirlik hedeflerinin entegre edilmesi ve liderliği destekleyecek mentorluk ağları ile profesyonel öğrenme topluluklarının kurulması önerilmektedir. Böylelikle insan merkezli, etik temelli ve çevresel duyarlılığı yüksek dijital okul kültürünün inşası mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Okul Liderliği, Dijital Liderlik, Sürdürülebilirlik, İkiz Dönüşüm, Sürdürülebilir Dijital Okul Liderliği.

EXAMINING THE TWIN TRANSFORMATION IN EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF SCHOOL LEADERSHIP: A SUSTAINABLE DIGITAL SCHOOL LEADERSHIP APPROACH

ABSTRACT

This study aims to analyse the increasingly prominent 'twin transformation' process in contemporary education systems, namely the simultaneous and integrated implementation of digital transformation and sustainability transformation, from the perspective of school leadership. Today's schools are transforming through the integration of digital technologies, learning analytics and artificial intelligence applications into educational processes, while also undertaking a sustainability mission centred on environmental, social and ethical responsibilities. However, in field applications, digitalisation and sustainability are mostly addressed as separate strategies and separate projects; this situation creates fragmented applications, lack of coordination, and strategic leadership gaps at the school level. Therefore, the capacity of school principals to manage these two transformations in a coordinated manner constitutes a critical area of research. The theoretical basis of the research is founded on Hargreaves and Fink's (2006) sustainable leadership model, ISTE's (2018) school leadership standards, and UNESCO's (2020) whole-school approach. Based on these approaches, the cycle of 'leadership competencies → school policy integration → implementation processes → sustainable digital school culture' is proposed. The study is designed as a qualitative research based on a case study. Three schools in different socio-economic contexts (a secondary school,

a vocational school, and a middle school) constitute the cases of the study; a total of nine school leaders (principals and assistant principals) form the participant group of the study. Data is collected using a semi-structured interview form; leaders' perceptions of digitalisation and sustainability concepts, policy implementation experiences, strategic roles, cultural and ethical barriers encountered, and future visions are analysed thematically. The findings reveal that school leaders associate digitalisation more with infrastructure, technological tools, digital platform management, and crisis resolution; while they associate sustainability with environmental awareness, energy saving, and social awareness projects. This situation reveals that the 'twin transformation' vision outlined in national policy documents has not yet been integrated into a unified understanding at the school level. While participants considered teacher motivation, project management, and collaboration with external stakeholders important in digitalisation efforts, resource management, school culture, and social awareness initiatives were highlighted in sustainability practices. However, it is evident that the two transformations do not converge in the same strategy, vision, or monitoring mechanisms. Nevertheless, there are examples of good practice, such as 'green school' projects, energy efficiency activities, and online sustainability modules. Consequently, the progression of digitalisation and sustainability processes through separate channels creates a strategic disconnect in school culture. Therefore, this study proposes the 'Sustainable Digital School Leadership (SDOL)' approach. SDOL emphasises that school leaders should view technology not merely as a tool but as an element of a pedagogical vision integrated with ethics, inclusivity, and environmental awareness. Findings from the research indicate the necessity of integrated training programmes centred on digital ethics, data security, green computing, inclusive design, and social justice themes in the professional development of school leaders. Furthermore, it is recommended that digitalisation and sustainability goals be integrated into school strategy documents and that mentoring networks and professional learning communities be established to support leadership. This will enable the construction of a human-centred, ethics-based digital school culture with high environmental sensitivity.

Keywords: School Leadership, Digital Leadership, Sustainability, Twin Transformation, Sustainable Digital School Leadership.

EĞİTİM POLİTİKA BELGELERİNDE İKİZ DÖNÜŞÜMÜN ANALİZİ

Büşra KOÇ
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Training Management, Antakya, Hatay
ORCID: 0000-0002-0865-1591

ÖZET

Bu çalışmada, eğitim sistemlerinde giderek önem kazanan "ikiz dönüşüm" olgusu, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik politikalarının eşzamanlı ve bütünleşik yürütülmesini ulusal ve uluslararası eğitim politika belgeleri çerçevesinde incelenmektedir. 21. yüzyılda eğitim sistemleri bir yandan dijital altyapı, yapay zekâ, veri yönetişimi ve öğrenme analitiği gibi alanlarda hızlı dönüşümler yaşarken; diğer yandan çevresel sorumluluk, toplumsal adalet ve kapsayıcılık ilkelerini içeren sürdürülebilir kalkınma hedeflerini benimsemektedir. Avrupa Birliği'nin Dijital Eğitim Eylem Planı (2021–2027), OECD'nin Learning Compass 2030 modeli, UNESCO'nun Eğitimde Sürdürülebilir Kalkınma Yol Haritası (2020) ve UNESCO'nun Yapay Zekâ Rehberi (2023) bu iki dönüşümün eğitim politikalarının merkezinde yer aldığını göstermektedir. Türkiye bağlamında ise 12. Kalkınma Planı (2024–2028), Millî Eğitim Bakanlığı Stratejik Planı (2024–2028) ve Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programları (2018–2025) dijitalleşme ve sürdürülebilirlik hedeflerini ayrı eksenler hâlinde ele almakla birlikte, uygulamada bütünleşmeye yönelik söylemsel yakınlaşmalar içermektedir. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi ile gerçekleştirilmiş; uluslararası politika belgeleri ile ulusal strateji metinleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Miles ve Huberman'ın tematik analiz yaklaşımından yararlanılarak "kavramsal konumlanış", "liderlik vurgusu", "etik ve veri yönetişimi", "yükümlülükler ve göstergeler" ve "uygulama mekanizmaları" temaları altında bulgular sınıflandırılmıştır. Bulgular, dijitalleşmenin politika metinlerinde çoğunlukla teknik kapasite, altyapı, beceri geliştirme ve performans yönetimi ekseninde sunulduğunu; sürdürülebilirliğin ise daha normatif, toplumsal adalet ve değer temelli bir söylemle ele alındığını ortaya koymaktadır. Bu durum, ikiz dönüşümün politika düzeyinde söylemsel olarak birlikte anılmasına rağmen, uygulamada birbirinden ayrışan politika hatlarına dönüştüğünü göstermektedir. Doküman incelemeleri aynı zamanda iki önemli boşluğa işaret etmektedir: (i) dijitalleşmenin çevresel etkilerini yani donanım yaşam döngüsünü, enerji verimliliğini, e-atık yönetimini ele alan yeşil bilişim yaklaşımının politika metinlerinde sınırlı görünmesi ve (ii) yapay zekâ ve veri yönetişimi gibi alanlarda etik mekanizmaların ilkeler düzeyinde bulunmasına rağmen kurum ölçeğinde somutlaştırılmış gösterge ve süreçlerin eksik olması. Bu bulgular, liderliğin dijitalleşme ile sürdürülebilirliği kurumsal düzeyde bütünleştirecek stratejik

köprü rolüne işaret etmektedir. Yapılan çalışma sonucunda "Sürdürülebilir Dijital Liderlik (SDL)" yaklaşımı önerilmektedir. SDL, politika tasarımı ile uygulama arasında eksik olan bağlayıcı mekanizmaları dolduran, dijital kapasiteyi etik değerler, toplumsal kapsayıcılık ve çevresel duyarlılıkla harmanlayan bir liderlik çerçevesi sunmaktadır. Araştırma, gelecekteki politika çalışmalarının yeşil bilişim, veri etikliği ve etik yapay zekâ yönetişimi gibi alanlarda daha operasyonel çerçeveler üretmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, ulusal politika belgelerinde ikiz dönüşümün performans göstergeleri ve okullara yönelik izleme modelleriyle kurumsallaştırılması önerilmektedir. Böylelikle eğitim sistemlerinde teknolojik yenilik, sürdürülebilirlik ve etik değerlerin birlikte ilerlediği insan merkezli dijital ekosistemlerin güçlenmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim Politikası, İkiz Dönüşüm, Dijitalleşme, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Dijital Liderlik, Yapay Zekâ Etiği, Yeşil Bilişim.

ANALYSIS OF THE TWIN TRANSFORMATION IN EDUCATION POLICY DOCUMENTS

ABSTRACT

This study examines the phenomenon of 'dual transformation,' which is gaining increasing importance in education systems, within the framework of national and international education policy documents, focusing on the simultaneous and integrated implementation of digitalisation and sustainability policies. In the 21st century, education systems are undergoing rapid transformations in areas such as digital infrastructure, artificial intelligence, data governance and learning analytics, while also embracing sustainable development goals that include principles of environmental responsibility, social justice and inclusivity. The European Union's Digital Education Action Plan (2021–2027), the OECD's Learning Compass 2030 model, UNESCO's Roadmap for Sustainable Development in Education (2020) and UNESCO's Artificial Intelligence Guide (2023) demonstrate that these two transformations are at the heart of education policies. In the context of Turkey, the 12th Development Plan (2024–2028), the Ministry of National Education Strategic Plan (2024–2028) and the Presidential Annual Programmes (2018–2025) address digitalisation and sustainability goals as separate axes, but contain discursive convergences towards integration in practice. The study was conducted using the qualitative research method of document analysis; international policy documents and national strategy texts were examined comparatively. Drawing on Miles and Huberman's thematic analysis approach, the findings were categorised under the themes of 'conceptual positioning,' 'leadership emphasis,' 'ethics and data governance,' 'obligations and indicators,'

and ‘implementation mechanisms.’ The findings reveal that digitalisation is mostly presented in policy texts in terms of technical capacity, infrastructure, skills development, and performance management, while sustainability is addressed with a more normative, social justice, and value-based discourse. This situation shows that although the twin transition is mentioned together at the policy level, in practice, it has turned into separate policy lines. Document reviews also point to two significant gaps: (i) the limited presence in policy texts of a green IT approach addressing the environmental impacts of digitalisation, namely hardware life cycles, energy efficiency, and e-waste management; and (ii) the absence of concrete indicators and processes at the institutional level, despite the existence of ethical mechanisms at the principle level in areas such as artificial intelligence and data governance. These findings point to the strategic bridging role of leadership in integrating digitalisation and sustainability at the organisational level. As a result of the study, the ‘Sustainable Digital Leadership (SDL)’ approach is proposed. SDL offers a leadership framework that fills the missing link between policy design and implementation, blending digital capacity with ethical values, social inclusiveness, and environmental sensitivity. The research emphasises that future policy work should produce more operational frameworks in areas such as green computing, data ethics, and ethical artificial intelligence governance. Furthermore, it is recommended that the twin transition be institutionalised in national policy documents through performance indicators and monitoring models for schools. This will enable the strengthening of human-centred digital ecosystems in education systems where technological innovation, sustainability, and ethical values advance together.

Keywords: Education Policy, Twin Transformation, Digitalisation, Sustainability, Sustainable Digital Leadership, Artificial Intelligence Ethics, Green Computing.

TARİXİN TƏDRİSİNDƏ İNTERAKTİV TƏLİMİN MƏQSƏD VƏ VƏZİFƏLƏRİ

NƏRMİN ABBASOVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti, Magistratura və Doktorantura Mərkəzinin I kurs magistrantı
ORCID ID: 0009-0001-5948-9977

XÜLASƏ

Elmi məqalədə tarixin tədrisində interaktiv təlimin məqsəd və vəzifələri mövcud ədəbiyyatlar və aparılmış təcrübələr əsasında araşdırılmışdır. Qeyd olunmuşdur ki, interaktiv təlim müasir pedaqoji prosesdə tələbələrin fəal iştirakını təmin edən, onların idrak, ünsiyyət və əməkdaşlıq bacarıqlarını inkişaf etdirməyə yönəlmiş metodlar sistemidir. Göstərilir ki, interaktiv təlimin mahiyyəti müəllim və tələbələrin qarşılıqlı fəaliyyətdə olduğu, bir-birlərinə təsir göstərərək öyrənmə prosesini canlandırdığı dinamik əlaqə üzərində qurulur. Tarix fənninin tədrisində interaktiv metodların tətbiqi şagirdlərin tənqidi düşünməsini, situasiyaları təhlil etməsini, sosial ünsiyyət bacarıqlarını inkişaf etdirərək onların dərs materialını dərk etmə səviyyəsini yüksəldir. Dərslərdə dialoq, qrup və cütlük işi, tədqiqat layihələri və müxtəlif mənbələrlə işləmək kimi fəaliyyətlər məhz bu məqsədə xidmət edir.

Məqalədə həmçinin, tarixin tədrisində interaktiv metodların müxtəlif növlərinin (məs., "dəyirmi masa", "mikrofon", "beyin fırtınası", "rol oyunu", situasiya təhlili və s.) təlim prosesinə fərqli cəhətlərdən təsir etdiyi təhlil olunur. Məsələn, qeyd olunur ki, interaktiv metodlardan biri olan "dəyirmi masa" şagirdlərin təcrübə və bilik mübadiləsini, suallar vermə və problemlərə yanaşma bacarıqlarını inkişaf etdirir, "mikrofon" metodu hər bir iştirakçının qısa zamanda fikrini ifadə etməsinə imkan verir və dərsin ritmini artırır. Situasiya təhlili isə tələbələrin real və ya simulyasiya edilmiş vəziyyətlərə uyğun qərarvermə bacarığını gücləndirir, onları analitik düşünməyə sövq edir. Başqa bir metod olan "beyin fırtınası" yaradıcı ideyaların sərbəst ifadəsinə və problemlərin çoxsaylı həll yollarının tapılmasına şərait yaradır, "rol oyunu" şagirdlərə müxtəlif sosial rolları mənimsəmək, davranış modellərini təhlil etmək və real həyatda rast gəlinən situasiyaları daha yaxşı anlamaq imkanı verir və s.

Beləliklə, sonda belə bir nəticəyə gəlinir ki, interaktiv təlim metodları tədris prosesinin keyfiyyətini yüksəldən, şagirdlərin həm bilik, həm də sosial bacarıq inkişafına xidmət edən çoxşaxəli pedaqoji yanaşmadır.

Açar sözlər: İnteraktiv təlim; Fəal öyrənmə; Tarixin tədrisi; Tənqidi düşünmə; Dialoq metodu; Qrup işi; Beyin fırtınası; Rol oyunu.

GOALS AND OBJECTIVES OF INTERACTIVE TEACHING IN HISTORY TEACHING

SUMMARY

The scientific article examines the goals and objectives of interactive learning in history teaching based on existing literature and conducted experiments. It is noted that interactive learning is a system of methods aimed at ensuring the active participation of students in the modern pedagogical process and developing their cognitive, communication and cooperation skills. It is shown that the essence of interactive learning is based on the dynamic relationship in which teachers and students interact and influence each other, enlivening the learning process. The application of interactive methods in teaching history improves students' critical thinking, situation analysis, social communication skills, and increases their level of understanding of the course material. Activities such as dialogue, group and pair work, research projects, and working with various sources in lessons serve this purpose. The article also analyzes the impact of different types of interactive methods in history teaching (e.g., "round table", "microphone", "brainstorming", "role play", situation analysis, etc.) on the learning process from different aspects. For example, it is noted that one of the interactive methods, the “round table”, develops students' exchange of experience and knowledge, their skills in asking questions and approaching problems, the “microphone” method allows each participant to express their opinion in a short time and increases the rhythm of the lesson. Situation analysis strengthens students' decision-making skills in real or simulated situations, encourages them to think analytically. Another method, “brainstorming”, creates conditions for the free expression of creative ideas and finding multiple solutions to problems, “role-playing” allows students to master various social roles, analyze behavioral models and better understand situations encountered in real life, etc.

Thus, in the end, it is concluded that interactive learning methods are a multifaceted pedagogical approach that improves the quality of the teaching process and serves the development of both knowledge and social skills of students.

Keywords: Interactive learning; Active learning; Teaching history; Critical thinking; Dialogue method; Group work; Brainstorming; Role play.

GİRİŞ

Tarixin tədrisində interaktiv tədris metodları sinifdə müəllim, qrupda təlimçi və istənilən təhsil müəssisəsində müəllim üçün aktual iş üsuludur. İnteraktiv tədris metodları ənənəvi metodlardan fərqli olaraq, təhsil prosesində iştirakçılar arasında aktiv qarşılıqlı əlaqəyə

əsaslanır və əsas diqqət şagirdlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsinə yönəldilir. Bu yanaşma təhsil prosesini aktivləşdirməyə, iştirakçılar üçün daha maraqlı və daha az yorucu etməyə imkan verir.

Müasir dünyada həyatdakı dəyişikliklər müasir təhsilin məqsəd və vəzifələrində də dəyişikliklər tələb edir. Təhsilin ənənəvi təşkilinin funksional əhəmiyyəti və cəlbediciliyi azalır, "hazır" biliklərin müəllimdən şagirdə ötürülməsi təhsil prosesinin əsas vəzifəsi olmaqdan çıxır.

Təhsil mövzusuna maraq oyatmaq, passiv müşahidəçi auditoriyasını dərsin fəal iştirakçılarına çevirmək vacibdir. Əgər müəllim öz işində təhsilin aktiv forma və metodlarından istifadə edərsə, bu vacib məsələ öz-özünə həll olunacaq. Aktiv təlim formaları interaktiv metodlara əsaslanır, çünki yalnız müəllim və şagird arasında deyil, həm də təlim prosesində şagirdlər arasında münasibət mövcuddur. İnteraktiv sözü bizə ingilis dilindən gəlib və "interaktiv" sözündən yaranıb. [Шевчук, П., Фенрих, П. (2005): 27-31]

"İnteraktiv" "qarşılıqlı", "hərəkət etmək" deməkdir. "İnteraktiv" təşviq etmək, qarşılıqlı əlaqədə olmaq və ya söhbət rejimində olmaq deməkdir. Daha dəqiq desək, hər hansı bir şeylə (kompüterlə) və ya hər hansı bir şəxslə dialoq qurmaqdır. Beləliklə, interaktiv təlim, ilk növbədə, müəllim və şagirdin qarşılıqlı əlaqəsinin baş verdiyi dialoq təlimidir.

Tarixin tədrisində "interaktiv təlim"in əsas xüsusiyyətləri aşağıdakı kimidir: Bu, idrak fəaliyyətinin xüsusi bir formasıdır; Təhsil prosesi elə təşkil olunur ki, demək olar ki, bütün şagirdlər idrak prosesində iştirak etməyə təşviq olunur, bildiklərini və düşündüklərini anlamaq və üzərində düşünmək imkanı əldə edirlər; Xoşməramlılıq, qarşılıqlı dəstək atmosferi olmalıdır; Dərsdə fərdi, cütlük, qrup işi təşkil olunur; Tədqiqat prosesləri, işgüzar oyunlar, sənədlərlə iş, müxtəlif məlumat mənbələri, yaradıcı tapşırıqlardan istifadə olunur. [Əliyeva,F,Məmmədova,Ü.(2014):100-105]

İnteraktiv metodlar tələbələri valeh edir, onlarda maraq və motivasiya oyadır, müstəqil düşüncə və hərəkətlər öyrədir.

ƏSAS HİSSƏ

İnteraktiv təlim bütün tələbələrin təlim prosesinə cəlb edilməsi üçün şərait yaratmağı; hər bir tələbənin bildiklərini və düşündüklərini anlamasını, həyat dəyərlərini inkişaf etdirməyi; əməkdaşlıq və qarşılıqlı əlaqə atmosferi yaratmağı; ünsiyyətcil keyfiyyətləri və bacarıqları inkişaf etdirməyi; hər bir tələbənin özünü uğurlu, intellektual cəhətdən bacarıqlı, təhlükəsiz, unikal və əhəmiyyətli hiss etməsinə imkan verən rahat təlim şəraiti yaratmağı nəzərdə tutur.

Tarixin tədrisində interaktiv təlim metodlarının tətbiqi təhsil prosesinin müxtəlif subyektlərinə nə verir?

Dialoq təlim prosesində şagirdlər tənqidi düşünməyi, vəziyyətlərin və müvafiq məlumatların təhlili əsasında mürəkkəb problemləri həll etməyi, düşünülmüş qərarlar qəbul etməyi,

müzakirələrdə iştirak etməyi və digər insanlarla ünsiyyət qurmağı öyrənirlər. Bunun üçün dərslərdə fərdi, cütlük və qrup işləri təşkil olunur, tədqiqat layihələri, rol oyunları və müxtəlif məlumat mənbələrindən, sənədlərdən istifadə olunur. Beləliklə, interaktiv metodlar ("inter"-qarşılıqlı, "act"-hərəkət etmək) təlimin keyfiyyətinin artırılmasında vacib istiqamətlərdən biridir. "İnteraktiv təlim" bütün tələbələrin və müəllimin qarşılıqlı "hərəkətdə" olduğu tədris bir prosesidir [Piriyev (2016):33]

Tarixin tədrisində interaktiv tədris metodlarının hansı növlərindən istifadə olunur?

Tarixin tədrisində interaktiv təlim metodlarının dəyirmi masa, mikrafon, beyin fırtınası, rollu oyunlar kimi növlərindən istifadə olunur. Bu növlərə ayrı-ayrılıqda nəzər salaq:

"Dəyirmi masa" metodu. Bu metod bir qayda olaraq, müzakirə olunan məsələ üzrə iş təcrübəsi, praktik fəaliyyətləri olan tələbələrlə dərs keçirmək metodudur. "Dəyirmi masa" metodunda tələbələr müzakirə mövzusu ilə bağlı ağlabatan suallar verməyə, onların həllinə yanaşmaları ciddi şəkildə müzakirə etməyə, həmçinin uğurlu və ya uğursuz təcrübələr barədə məlumat verməyə çalışa bilərlər və bunu etməlidirlər. "Dəyirmi masa" metodu təcrübə mübadiləsi və praktik təcrübə, nailiyyətlər və səhvlər barədə müzakirələr aparmaq üçün bir növ görüşdür. Bu yolla tələbələr mövzunun məzmununu, onun əsas problemlərini mənimsəyirlər.

İnteraktiv təlim metodlarından biri olan müzakirə metodu praktik və nəzəri bilikləri, tələbələrin müzakirə olunan problemə dair fikirlərini səfərbər etmək üçün hazırlanmış dərslərin aktiv keçirilməsi metodudur. Mübahisəli məsələləri nəzərdən keçirərkən müzakirə metodundan istifadə məqsədəuyğundur, lakin bu zaman təhsil prosesində mübahisəli şərhlər vəziyyətləri yaranmaya bilər. Bu səbəblərə görə, dərsi əvvəlcədən müzakirə kimi planlaşdırmaq tamamilə düzgün deyil.

Fəal (aktiv) təlim prosesində müzakirədən istifadənin əsas şərtləri aşağıdakılardır: öyrənilən mövzu daxilində tələbələrin şüurlu şəkildə əhəmiyyətli dərəcədə fərqli baxış nöqtələrinə sahib olduqları məsələləri tapmaq lazımdır. Bu, mühazirələr və digər dərslər zamanı edilə bilər. Bu mübahisəli məsələlərin bir çoxlarını təsir edən maraqlarla əlaqəli olub-olmadığını müəyyən etməyə dəyər.[Бондар, С. П. (2008).40-43]

Situasiya təhlili tələbələrin problemin təsviri ilə tanış olduqdan sonra vəziyyəti müstəqil təhlil etməsindən, problemin diaqnostikasından və digər tələbələrlə müzakirədə öz fikirlərini və həll yollarını təqdim etmələrindən ibarətdir. Materialın əhatə dairəsindən asılı olaraq, vəziyyət-illüstrasiyalar, vəziyyət-qiymətləndirmələr və vəziyyət-məşqlərdən istifadə olunur.

Situasiya-illüstrasiya idarəetmə təcrübəsindən bir nümunə (həm müsbət, həm də mənfi olmaqla) və vəziyyəti həll etmək üçün bir yol ehtiva edir. Situasiya-qiymətləndirmə, vəziyyətin təsviri və hazır formada mümkün bir həlldir. Yalnız onun nə qədər qanuni və effektiv olduğunu

qiymətləndirmək lazımdır. Situasiya-məşq idarəetmə fəaliyyətinin müəyyən bir epizodunun elə hazırlanmasından ibarətdir ki, onun həlli bəzi standart hərəkətləri tələb edir. [Карамушка, Л. М. (2008).20-21].Məsələn, standartların hesablanması, cədvəllərin doldurulması, hüquqi sənədlərdən istifadə və s. Situasiya təhlili, konkret vəziyyətlərin təhlili metodunu, "iş nümunəsi" metodunu, "hadisə" metodunu və işgüzar yazışmaların təhlilini ("səbət metodu") əhatə edir.

"Mikrofon" metodu hər kəsə tez bir zamanda sualları cavablandırmağa və ya öz fikrini və ya mövqeyini bildirməyə imkan verir.

Davranış qaydaları aşağıdakılardır:

-yalnız "simvolik" mikrofonu olan şəxs danışmalıdır,

-cavablar şərh olunmur və ya qiymətləndirilmir;

-kimsə danışanda digərləri danışa və ya yerindən qışqıra bilməzlər.

Kiçik qruplarda iş qaydaları. Kiçik qruplarda işləmək, insanın ünsiyyət və əməkdaşlıq üçün lazım olan bacarıqları əldə etməyə imkan verir. Müəllim şagirdləri kiçik qruplara böldükdən və onlar tapşırıq aldıqdan sonra qrup bu tapşırığı qısa müddətdə (3-5 dəqiqə) yerinə yetirməli və işin nəticələrini elan etməlidir.

İşin təşkilinə kömək edəcək kiçik qruplarda iş qaydaları:

1. Qrupda rolları tez bir zamanda bölüşdürün:

Məruzəçi (qrup rəhbəri) qrupun tapşırığını oxuyur; icra qaydasını təşkil edir; qrup üzvlərini növbə ilə danışmağa dəvət edir; qrupu işləməyə təşviq edir; işin xülasəsini verir; bütün qrupun razılığı ilə natiqi müəyyən edir[Musayev,(2022),150-155.]

Katib isə qrupunuzun işinin nəticələrini qısa və aydın şəkildə qeyd edir. Bu zaman qrup üzvü olaraq, ümumiləşdirərkən və ya natiqə kömək edərkən qrupun fikrini bildirməyə hazır olmalısınız.

Müşahidəçi (vaxtölçən) vaxtı izləyir; qrupu işləməyə təşviq edir.

Natiq qrupun fikrini aydın şəkildə ifadə edir və qrupun işinin nəticələri barədə hesabat verir.

2. İstəsəniz, əvvəlcə danışmağa başlayın, sonra növbə ilə danışın.

3. Aktiv dinləmə qaydalarından birinə əməl edin, əsas məsələ bir-birinizi kəsməməkdir.

4. Bu fikri ifadə edən tələbələrin şəxsiyyətlərini deyil, fikirləri müzakirə edin.

5. Qrup üzvlərinin qiymətləndirmələrindən və təhqirlərindən çəkinin.

6. Qrupda ortaq bir fikrə gəlməyə çalışın, baxmayaraq ki, bəzi hallarda qrupda xüsusi bir fikir ola bilər və onun mövcud olmaq hüququ var.

"Beyin fırtınası" metodu kollektiv müzakirənin, həll yollarının tapılmasının effektiv bir metodudur və iştirakçıları təxəyyüllərini və yaradıcılıqlarını göstərməyə təşviq edir ki, bu da bütün iştirakçıların fikirlərini sərbəst şəkildə ifadə etməklə əldə edilir, müəyyən bir mövzu üzrə bir neçə həll yolu tapmağa kömək edir. [Ушинський, К. Д. (2022).60-65]Müəllim dərsdə müzakirənin mövzusunu adlandırır və şagirdləri aşağıdakı mərhələlərdə təşkil olunan fırtına vasitəsilə müzakirədə iştirak etməyə dəvət edir:

1. "Fırtına"nın bütün iştirakçıları qarşıya qoyulan problemin həlli üçün ideyalar təklif edirlər (ideyalar istənilən, hətta fantastik ola bilər).

2. Şagird təklif olunan bütün ideyaları lövhədə yazır.

3. Qrup təqdim edilən ideyaların sayını kifayət qədər hesab etdikdə, onların təqdimatı dayanır.

4. Demək olar ki, bütün ideyalar toplandıqdan sonra onlar qruplaşdırılır, təhlil edilir və qrup tərəfindən inkişaf etdirilir.

5. Sizin fikrinizcə, qarşıya qoyulan problemin həllinə kömək edəcəkləri seçilir.

“Davam et” metodu mübahisəli mövzuda müzakirə aparmağa kömək edir. İstənilən vaxt hər kəsə öz sözünü demək, mövzu ilə bağlı müxtəlif fikirlər nümayiş etdirmək, öz mövqeyini əsaslandırmaq və ya əmin olduğunuz halda başqa mövqeyə keçmək imkanı verir və daha tutarlı arqumentlər təqdim edir.

“Davam et” metodunun gedişi zamanı müəllim mövzunu adlandırır və şagirdləri öyrənilən mövzu ilə bağlı fikirlərini bildirməyə dəvət edir; şagirdlər öz baxış bucağı ilə üst-üstə düşən posterin yanında dayanmalıdırlar; mövqelərini, niyə seçdiklərini əsaslandırmağa hazırlaşırlar; mübahisəli məsələni müzakirə etdikdən sonra şagirdlər baxış bucağını dəyişibsə, başqa bir posterə keçib onların keçid səbəbini izah edə, eləcə də qarşı tərəfin ən inandırıcı ideyasını və ya arqumentini deyə bilərsiniz.

Rol oyunu qrup şəklində öyrənmə formasıdır və bu prosesdə dərsin keçirilməsinin rol strukturundan, yəni şagirdlərin fəaliyyətlərini və davranışlarını tənzimləyən rollar toplusundan istifadə olunur. Rol oyunu təhsil prosesinin aktivləşdirilməsində mühüm rol oynayır. Buna dərs iştirakçılarının idrak-qiymətləndirmə və praktik fəaliyyətlərinin aktivləşdirilməsi, onların qarşılıqlı əlaqəsinin və ünsiyyətinin müəyyən bir təşkili ilə nail olunur. Rol oyunu rolların bölüşdürülməsini, məlumatların emalını və təklif olunan ssenariyə uyğun olaraq material hazırlanmasını əhatə edən öyrənmə formasıdır. Rəhbərlik vəzifələrinə namizədlərin hazırlanmasında getdikcə daha populyarlaşır, çünki rol oyunu şəxsiyyətlərarası ünsiyyət bacarıqlarının inkişafı üçün təsirlidir. Rol oyunu zamanı real iş vəziyyətləri yenidən yaradılır, burada məqsəd tapşırığın həllinə nail olmaqdır. Rol oyunu iştirakçılara rolu oynanılan işçinin

davranışının motivlərini daha yaxşı başa düşməyə, tipik səhvləri görməyə və təklif olunan vəziyyətdə düzgün davranış modelini seçməyə imkan verir. Rol oyunu iştirakçılardan tanış şəraitdə və ya vəziyyətlərdə müəyyən bir şəxsin rolunu oynamalarının istəndiyi bir vəziyyətin simulyasiyasıdır [Дичковская, И. М. (2004).10-12].

Ssenari tez-tez uydurulur və ya iştirakçının gündəlik həyatda qarşılaşa biləcəyi real vəziyyətlərdən istifadə olunur. Rol oyunları effektiv tədris metodudur, lakin iştirakçılara müsbət təsir göstərmək üçün yaxşı düşünülmüş və təşkil olunmalıdır. Rol oyunları insanın ətrafdakı reallığı öyrənməsinin sadə bir yoludur, bilik, bacarıq və qabiliyyətlərə yiyələnməyin ən əlçatan yollarından biridir. Oyun mədəni bir fenomen kimi öyrədir, tərbiyə edir, inkişaf etdirir, sosiallaşdırır, əyləndirir və istirahət təmin edir.

Rol oyunları iki kateqoriyaya bölünür:

1) spontan (improvizasiya), burada ətraflı süjet yoxdur, sadə vəziyyətlər simulyasiya edilir, təlimçi-aparıcı tamamilə iştirakçıların improvizasiya qabiliyyətlərinə güvənir. Bu cür oyunlar uzunmüddətli ilkin hazırlıq tələb etmir və ünsiyyətdə rast gəlinən çətinliklərdən asılı olaraq təlim zamanı simulyasiya edilə bilər;
2) əvvəlcədən hazırlanmış ssenariyə əsasən aparılan süjet (ssenari), bütün iştirakçılar üçün mövzularının təsviri və hətta şəxslərarası mövqeləri olan ətraflı təlimatlara malikdir. Bu cür oyunlar təlimçi-aparıcının bütün təhsil və təlim dövrünü planlaşdıraraq əvvəlcədən özü üçün müəyyən etdiyi tapşırıqlara əsaslanır.

NƏTİCƏ

Tarix fənninin tədrisində interaktiv təlim metodlarının tətbiqi müasir təhsil prosesinin əsas tələblərindən biri kimi çıxış edir və təlimin məzmununun, formasının və nəticələrinin keyfiyyətcə yenilənməsinə şərait yaradır. İnteraktiv təlim tələbələrin dərs prosesinə fəal şəkildə cəlb olunmasını təmin etməklə yanaşı, onların biliklərinin passiv qavranılmasından aktiv mənimsənilməsinə keçidi sürətləndirir. Bu yanaşma tarix dərslərində şagirdlərin tarixi hadisə və prosesləri anlama, təhlil etmə, müqayisə aparma və nəticə çıxarma bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Dəyirmi masa, müzakirə, beyin fırtınası, mikrofon, situasiya təhlili, rol oyunları və kiçik qruplarda iş kimi interaktiv metodlar tələbələr arasında əməkdaşlıq və qarşılıqlı ünsiyyət mühitinin formalaşmasına xidmət edir. Bu metodlar vasitəsilə tələbələr öz fikirlərini əsaslandırılmış şəkildə ifadə etməyi, fərqli baxış bucaqlarına hörmətlə yanaşmağı və kollektiv qərar qəbul etməyi öyrənirlər. Tarixin tədrisində situasiya və rol oyunlarının tətbiqi real və tarixi vəziyyətlərin modelləşdirilməsinə imkan verərək tələbələrdə empati, məsuliyyət və analitik düşüncə keyfiyyətlərinin formalaşmasına müsbət təsir göstərir.İnteraktiv təlim metodları

həmçinin tələbələrin tənqidi düşünmə, problem həll etmə və yaradıcı yanaşma bacarıqlarının inkişafına mühüm töhfə verir. Belə təlim mühitində tələbə özünü təhlükəsiz, dəyərli və intellektual baxımdan bacarıqlı hiss edir ki, bu da onun dərsə motivasiyasını və fəallığını artırır. Müəllim isə bu prosesdə bilik ötürücüsü rolundan çıxaraq təşkilatçı, istiqamətləndirici və məsləhətçi funksiyasını yerinə yetirir.

Nəticə olaraq, interaktiv təlim metodlarının tarix fənninin tədrisində sistemli və məqsədyönlü şəkildə tətbiqi təlimin effektivliyini artırır, tarixi biliklərin daha dərindən mənimsənilməsini təmin edir və müasir cəmiyyətin tələblərinə cavab verən, müstəqil düşünən və fəal vətəndaşların formalaşmasına zəmin yaradır.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Piriyev, H. K, Həşimov, E. Q, Valehov, S. A. (2016). Təhsildə interaktiv təlim metodları. Konkret vəziyyətlərin təhlili (case study)metodu. Metodiki vəsait. Bakı: Hərbi Nəşriyyat, 33 səh.
2. Əliyeva, F., Məmmədova, Ü. (2016). Müasir təlim texnologiyaları. Bakı: 194 səh.
3. Musayev D.(2022). Tarixin tədrisində interaktiv metodlardan istifadənin imkanları. Bakı: 232 səh.
4. Шевчук, П., Фенрих, П. (2005). Интерактивные методы обучения: учеб. Пособие. Щецин : WSAP,
5. Бондар, С. П. (2008). Методы обучения // Энциклопедия образования / Акад. пед.. наук Украины ; главный ред. В.Кремень. – К.: Юринком Интер, 1040 с.
6. Карамушка, Л. М. (2008). Ролевая игра // Энциклопедия образования / Акад. пед.. наук Украины ; главный ред. В. Кремень. – К.: Юринком Интер, 1040 с.
7. Ушинський, К. Д. (2022). Человек как предмет воспитания. Выбр. пед произведения: В2-х т. – Т.1. – К.: Просвещение, 406 с.
8. Дичковская, И. М. (2004). Инновационные педагогические технологии.- М.: Академиздатель.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA "İPƏK YOLU" LAYİHƏSİNİN IQTİSADİ VƏ GEOSİYASİ ƏHƏMİYYƏTİ

Əsmər HÜSEYNZADƏ
Naxçıvan Dövlət Universiteti
ORCID ID: 0009-0008-2013-1370

XÜLASƏ

Bu məqalədə Yeni İpək Yolu layihəsinin Azərbaycan üçün yaratdığı iqtisadi imkanları və regional ticarət sistemində formalaşdırdığı yeni geoiqtisadi mühiti təhlil edilir. Azərbaycan yerləşdiyi coğrafi mövqeyinə görə daim stratejik əhəmiyyətə malik olmuşdur. Azərbaycan İpək yolunun da strateji iqamətgahlarından biri olmuşdu. İpək yolu öz əhəmiyyətini bir müddət itirməsinə baxmayaraq XX əsrin sonlarından başlayaraq "İpək Yolu"nun bərpası üçün müxtəlif tədbirlər görülməyə başlanmışdır. Müasir dövrdə qlobal nəqliyyat və ticarət əlaqələrinin genişlənməsi fonunda Azərbaycanın tranzit və logistika potensialının artırılması böyük əhəmiyyət daşıyır. Tarixi İpək Yolunun bərpası və onun üzərində yeni bir-biri ilə əlaqəli strukturların və obyektlərin layihələrinin hazırlanması ölkəmizin Şərqlə Qərb arasında strateji körpü rolunu gücləndirərək, beynəlxalq iqtisadi əməkdaşlığın inkişafına və regional sabitliyin möhkəmlənməsinə töhfə verir. Mövzunun aktuallığı beynəlxalq ticarət marşrutlarında rəqabətin güclənməsi, Cənubi Qafqazda yeni əməkdaşlıq formatlarının meydana çıxması və Azərbaycan üçün tranzit gəlirlərinin strateji əhəmiyyət daşıması ilə bağlıdır. Böyük İpək Yolu layihəsinin həyata keçirilməsi Avropa Birliyinin və Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Qara dəniz və Xəzər dənizi regionuna çıxışını təmin etmiş, eyni zamanda regionda geosiyasi və geoiqtisadi mühitin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Bakı-Tbilisi-Qars dəmir yolu, Bakı Beynəlxalq Dəniz Ticarət Limanı və digər logistika obyektlərinin inkişafı Azərbaycanın qlobal daşımalar sistemində mövqeyini rolunu nəzərəçarpacaq şəkildə gücləndirmişdir. Nəticə olaraq, Yeni İpək Yolu layihəsi Azərbaycanın regional nəqliyyat qovşağına çevrilməsini sürətləndirir, ölkəyə uzunmüddətli iqtisadi dividentlər qazandırır ,ölkənin mövqeyini xeyli möhkəmləndirir və Azərbaycanın nəqliyyat sistemindəki çəkisini gözəçarpan şəkildə artırmışdır.

Açar sözlər:İpək Yolu, iqtisadi inkişaf, nəqliyyat dəhlizi, regional inteqrasiya, geosiyasi əhəmiyyət.

ECONOMIC AND GEOPOLITICAL IMPORTANCE OF THE "SİLK ROAD" PROJECT IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

ABSTRAKT

This article analyzes the economic opportunities created for Azerbaijan by the New Silk Road project and the new geoeconomic environment it has formed in the regional trade system. Azerbaijan has always had strategic importance due to its geographical location. Azerbaijan

was also one of the strategic destinations of the Silk Road. Although the Silk Road lost its importance for a while, various measures have been taken to restore the “Silk Road” since the end of the 20th century. In the modern era, against the background of the expansion of global transport and trade relations, increasing the transit and logistics potential of Azerbaijan is of great importance. The restoration of the historical Silk Road and the preparation of projects for new interconnected structures and facilities on it strengthen the role of our country as a strategic bridge between the East and the West, contributing to the development of international economic cooperation and strengthening regional stability.The relevance of the topic is due to the strengthening of competition on international trade routes, the emergence of new formats of cooperation in the South Caucasus, and the strategic importance of transit revenues for Azerbaijan. The implementation of the Great Silk Road project has provided the European Union and the United Nations with access to the Black Sea and Caspian Sea regions, and at the same time has led to a change in the geopolitical and geoeconomic environment in the region. The development of the Baku-Tbilisi-Kars railway, the Baku International Sea Trade Port and other logistics facilities has significantly strengthened Azerbaijan’s position in the global transportation system. As a result, the New Silk Road project accelerates Azerbaijan’s transformation into a regional transport hub, brings long-term economic dividends to the country, significantly strengthens the country’s position and significantly increases its weight in the transport system of Azerbaijan.

Keywords: Silk Road, economic development, transport corridor, regional integration, geopolitical importance.

GİRİŞ

Avropa və Asiyanın kəsişməsində yerləşən Azərbaycanın geosiyasi mövqeyi 21-ci əsrdə sadəcə bir üstünlükdən daha çox şeyə çevrilir; Avrasiya üçün yeni logistika arxitekturasının formalaşmasında əsas amilə çevrilib. Şərq-Qərb və Şimal-Cənubun kəsişməsində yerləşən ölkə ənənəvi olaraq böyük sivilizasiyalar arasında tranzit arteriyası rolunu oynayıb. Bu gün təchizat zəncirlərinin qlobal transformasiyası və nəqliyyat marşrutları uğrunda rəqabətin güclənməsi fonunda Azərbaycan aparıcı rol oynayan beynəlxalq nəqliyyat və logistika mərkəzinə çevrilməyə diqqət yetirir. Tarixən Azərbaycan Böyük İpək Yolu da daxil olmaqla qədim karvan yollarının mərkəzində yerləşib. Müasir geoiqtisadiyyat bu əlaqələrin əhəmiyyətini daha da artırıb. Qlobal güc mərkəzləri arasında artan qarşıdurma, dəniz təchizat zəncirlərindəki fasilələr və əsas logistika ölkələrinə qarşı sanksiya təzyiqi fonunda Cənubi Qafqazdan keçən quru yolları yenilənmiş gücə malikdir. Burada həm Rusiya, həm də İranla quru sərhədləri olan regionda yeganə ölkə kimi Azərbaycan unikal mövqe tutur. Azərbaycanın nəqliyyat infrastrukturuna

diqqət yetirməsi təsadüfi deyil, uzunmüddətli strateji düşüncənin nəticəsidir. Prezident İlham Əliyev dəmir yolu və liman infrastrukturunun inkişafına genişmiqyaslı investisiyalar qoyub və bu da Azərbaycanı həm Orta Dəhlizdə, həm də Şimal-Cənub Dəhlizində əsas oyunçuya çevirib. "Qafqazda regional lider statusuna iddialı ölkə olan Azərbaycan Mərkəzi Asiya ölkələri ilə sıx və səmərəli əməkdaşlıqda maraqlıdır"(Асадова, 2017.19–28.).Enerji ehtiyatları ilə zəngin olan Yaxın Şərq və Orta Asiya ilə enerji tələbatının yüksək olduğu Avropa arasında enerji ötürülməsi üçün mühüm bir marşrut təmin edəcək Müasir İpək Yolu layihəsi çərçivəsində regionlararası infrastruktur inkişaf etdirilməlidir ki burada da Azərbaycan xüsusi rol oynayır.

Müasir İpək Yolu layihəsi çərçivəsində atılan ən vacib addım 14-15 may 2017-ci il tarixlərində Pekində keçirilən ilk zirvə görüşü oldu. Bu zirvə görüşü ilə "Bir Kəmər, Bir Yol" kimi də tanınan Müasir İpək Yolu layihəsi rəsmi olaraq başladı. Çoxsaylı infrastruktur investisiyaları ilə layihənin Orta Dəhlizini təşkil edən Azərbaycan layihənin ən vacib iştirakçılarından biridir. Tarix boyu müxtəlif sivilizasiyaları bir araya gətirən İpək Yolu bu gün də həm qlobal, həm də Türkiyə iqtisadiyyatı üçün əhəmiyyətli imkanlar təqdim etməyə davam edir(. Çinin qlobal iqtisadiyyatdakı son yüksəlişi nəzərə alınmaqla, layihə Çin-Avropa oxu boyunca yerləşən ölkələr üçün əhəmiyyətli bir ticarət bazarı açır.

Əsas hissə

Sənaye inqilabından, yeni kəşf edilmiş qitələrdən və dünya ticarətində alternativ nəqliyyat yollarından əvvəl "İpək Yolu" əsas nəqliyyat dəhlizlərini təşkil edirdi. İpək Yolu sadəcə insanların ticarət yolu olmamışdır. Həmçinin bu dəhlizlər vasitəsilə insanlar öz mədəniyyətlərini, inanclarını uzaq diyarlara çatdırmışdırlar. 1991-ci ildə İpək yolunun yenidən fəaliyyətinin bərpa edilməsi üçün ilkin addımlar atılmışdır. Bunun üçün Avropa Şurası tərəfindən TASİS proqramı qəbul edildi.Bu proqramda yeni dəhlizlərin yaradılması və həyata keçirilməsi üzrə layihələrə dəstək göstərilməsi nəzərdə tutulur. Bu proqram Avropadan qərb-şərq istiqamətində - Qara dəniz, Qafqaz, Xəzər dənizindən Mərkəzi Asiyaya qədər nəqliyyat dəhlizinin inkişafına görə Avropa Birliyinin sadalanmış dövlətlər üçün nəzərdə tutduğu strategiyasının bir hissəsidir(Əmrahov 2011). Odessada Azərbaycan,Gürcüstan və Ukrayna respublikalarının prezidentləri arasında 1996 dekabrda Avrasiya Nəqliyyat dəhlizi yaradılması haqqında saziş imzalandı.Ümummilli lider Heydər Əliyevin uzaqgörən siyasətinin məntiqi nəticəsndə imzalanan bu saziş və müqavilələr Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat blokadasına alınmasının qarşısını aldı.1993 mayında 3 Qafqaz və 5 Orta Asya ölkəsini Brüsseldə iştirak etdiyi konfransda irəli sürüdü. Bu proqramın məqsədi Avropadan Qaradəniz üzrə Cənubi Qafqaza, burdan isə Xəzər dənizi vasitəsilə Orta Asya keçən nəqliyyat dəhlizlərinin inkişaf etdirmək idi. Uzun müddət aparılan danışıqların sonunda 1998-ci ilin

yanvarında Dübəndi terminalının istifadəyə verilməsi ilə neft tankerləri dəmiryolu ilə Orta Asiya neftinin Xəzər dənizi, Azərbaycan və Gürcüstandan keçməklə Qara dənizin Batumi limanına çatdırılmasına nail olundu. Bu layihə üçün keçirilən Bakı konfransınının böyük əhəmiyyəti oldu. 8 Sentyabr 1998-ci ildə Gülüstan sarayında " Tarixi İpək Yolunun bərpası üzrə" beynəlxalq konfrans keçirildi.Konfransda ümumilikdə 32 ölkədən və 13 beynəlxalq təşkilatdan nümayəndə heyətləri iştirak edirdi. Konfrans iştirakçıları qədim İpək yolunun bərpasında həyati maraqlarının olduğunu bir daha bəyan etdilər. "Tarixi İpək yolunun bərpası üzrə beynəlxalq konfransın yekun məlumatı" adlı 3 sənəd imzalandı. Sonuncu yekun sənəd 29 ölkə və Avropa Birliyi nümayəndələri tərəfindən imzalandı. Böyük İpək yolu layihəsinin təməlini TRESKA proqrami təşkil edir. Bu proqramın məqsədi:

- Avropa, Qara dəniz regionu, Qafqaz, Xəzər dənizi regionu və Mərkəzi Asiyada iqtisadi əlaqələrin, ticarətin və nəqliyyatın inkişaf etdirilməsi;
- Avtomobil, dəmir yolu və dəniz nəqliyyatı ilə qlobal bazarlara çıxışın təmin edilməsi;
- Yol hərəkəti təhlükəsizliyinin, nəqliyyatın və ətraf mühitin qorunmasının təmin edilməsi;
- Nəqliyyat sahəsində hüquqi çərçivənin nəqliyyat siyasəti ilə uyğunlaşdırılması;
- Nəqliyyatda rəqabət şəraitinin bərabərləşdirilməsidir.

Proqramın davamı olaraq "1999-cu ilin aprelinde Vaşinqtonda NATO-nun 50 illik yubileyi ile bağı keçirilen merasimlerden sonra aprelin 24-də ABŞ Konqresi Böyük Ipek Yolunun berpası haqqında qanun layiha yihasini müzakirə etdi. Müzakirələrdə Qafqaz ve Markazi Anlya Ölkelerinin dövlet başçılan, xarici işlər nazirləri iştirak etdiler. Debat ABŞ kongresmeni senator Sem Braunbekin təşəbbüsü ilə təklif olunmuşdu. ABŞ Konqresinin bele bir təşəbbüsle bağı təkil ABŞ-ın Böyük İpek Yolunun berpasına yardim etmek ve ona qoşulmaq niyyətində xəbər verirdi"(5).TRESKA proqramı çərçivəsində Bakı-Tbilisi-Ceyhan qaz kəməri , Bakı-Tiblisi-Ərzurum qaz kəməri, Bakı–Tbilisi–Qars dəmiryol xətti layihələri hazırlanıb həyata keçirildi.Bakı-Tbilisi-Ceyhan qaz kəmərimin təməli 1999-cu ildə qoyuldu.1999-cu il noyabr ayının 18-də İstanbulda keçirilən Avropa Təhlükəsizlik və Əməkdaşlıq Təşkilatı (ATƏT) konfransında Azərbaycan Respublikası Prezidenti Heydər Əliyev, Gürcüstan Respublikasının prezidenti Eduard Şevardnadze və Türkiyə Cümhuriyyətinin Prezidenti Süleyman Dəmirəlin iştirakı ilə "Xam Neftin Bakı-Tbilisi-Ceyhan Magistral İxrac Boru Kəməri vasitəsilə Azərbaycan, Gürcüstan və Türkiyə ərazilərindən nəql edilməsi" haqqında saziş imzalanmışdır. Bu kəmər vasitəsilə Azerbaycan nefti Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda yerləşən Azəri-Çıraq-Günəşli, Şahdəniz yataqlarından Türkiyənin Ceyhan limanına, oradan Aralıq dənizi

vasitəsilə Avropa bazarlarına çatdı.Bundan əlavə, Türkmənistandan gələn xam neft də bu boru kəməri ilə nəql edilir və 2013-cü ilin oktyabr ayından etibarən Bakı-Tbilisi-Ceyhan boru kəməri şirkəti (BTC Co) Qazaxıstanda hasil edilən Tengiz xam neftinin bir hissəsini də BTC boru kəməri vasitəsilə nəql etdirməyə başladı.

Bakı–Tbilisi–Erzurum (BTE) təbii qaz kəməri Azərbaycanın enerji strategiyasında mühüm yer tutan beynəlxalq infrastruktur layihəsidir. Bakı-Tbilisi-Ərzurum Boru Xəttinin tikintisinə 2002 sentyabrın 18-də başlanmışdır. Biri xətti 2007- də istismara verildi.2006–2007-ci illərdə istismara verilən bu kəmər "Şahdəniz" qaz yatağından hasil olunan təbii qazın əvvəlcə Gürcüstana, daha sonra Türkiyəyə və oradan da Avropa bazarlarına nəqlini təmin edir. Layihə Azərbaycanın həm iqtisadi, həm də geosiyasi inkişafına əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.İlk növbədə BTE kəməri ölkənin enerji təhlükəsizliyi və enerji ixrac imkanlarını genişləndirən əsas marşrutlardan biridir. Bu kəmər vasitəsilə Azərbaycan yeni bazarlara çıxış əldə etmiş, qaz ixracı sayəsində uzunmüddətli və sabit valyuta gəlirləri əldə etməyə başlamışdır. İxracdan gələn qaz gəlirləri respublikanın büdcə dayanıqlığını artırmış, sosial-iqtisadi layihələrin maliyyələşməsinə töhfə vermişdir. BTE layihəsi eyni zamanda regional əməkdaşlığı gücləndirən mühüm vasitədir. Azərbaycan, Gürcüstan və Türkiyə arasında enerji sahəsində üçtərəfli əməkdaşlıq siyasi və iqtisadi əlaqələrin dərinləşməsinə səbəb olmuş, regionda sabitliyin möhkəmlənməsinə xidmət etmişdir. Bu əməkdaşlıq Azərbaycanın beynəlxalq arenada etibarlı enerji tərəfdaşı kimi mövqeyini daha da gücləndirmişdir. Kəmərin əhəmiyyətli cəhətlərindən biri də onun Cənub Qaz Dəhlizinin əsas həlqələrindən biri olmasıdır. TANAP və TAP layihələri ilə birlikdə BTE Azərbaycanın Avropanın enerji təhlükəsizliyinə real töhfə verməsinə imkan yaratmışdır. Bu isə ölkənin geosiyasi çəkisini artıraraq Azərbaycanı Avropa enerji bazarında strateji tərəfdaş mövqeyinə yüksəltmişdir.

Proqramın ən mühüm hissəsini Bakı-Tiblisi-Qars dəmir yolu layihəsi əhatə edir.Bakı–Tbilisi–Qars (BTQ) dəmir yolu Azərbaycan üçün strateji, iqtisadi və geosiyasi baxımdan olduqca mühüm infrastruktur layihəsidir. 2017-ci ildə istifadəyə verilmiş bu xətt Azərbaycan, Gürcüstan və Türkiyəni birləşdirərək Avrasiya məkanında yeni nəqliyyat körpüsü formalaşdırmışdır. BTQ-nin şərqdən qərbə yükdaşımaların optimallaşdırılması, Azərbaycanın tranzit potensialının artırılması və regionda iqtisadi əməkdaşlığın möhkəmləndirilməsi baxımından geniş təsir dairəsi vardır.İlk növbədə, BTQ dəmir yolu Azərbaycanın tranzit-logistika imkanlarını keyfiyyətcə yeni səviyyəyə çıxarır. Bu xətt vasitəsilə Asiyadan Avropaya daşınan yüklər daha qısa müddətdə təyinat nöqtəsinə çatdırılır ki, bu da Azərbaycanın nəqliyyat bazarında rəqabət imkanlarını genişləndirir. BTQ xəttinin açılması Azərbaycanın Şərq–Qərb nəqliyyat dəhlizinin əsas həlqələrindən birinə çevrilməsinə, həmçinin yükdaşımadan əldə etdiyi gəlirlərin artmasına

şərait yaratmışdır. Dünya Bankının məlumatına görə, BTQ Orta Dəhlizin ümumi səmərəliliyini artıraraq region üzrə daşınma müddətlərini xeyli qısaldır (World Bank, 2019). Bu isə Azərbaycanın tranzit ölkə kimi mövqeyini gücləndirən əsas amillərdən biridir.Bundan başqa, BTQ dəmir yolu Orta Dəhlizin ən vacib komponentlərindən biri kimi Azərbaycan üçün geoiqtisadi üstünlüklər yaradır. Çindən Avropaya uzanan yolda Rusiya və İran marşrutlarına alternativ xəttin mövcudluğu ölkənin nəqliyyat təhlükəsizliyini və strateji müstəqilliyini artırır. Bu dəhliz vasitəsilə Azərbaycan yalnız tranzit ölkə kimi deyil, həm də logistika mərkəzi kimi çıxış edir. Ələt Beynəlxalq Dəniz Limanının BTQ ilə inteqrasiyası ölkəyə əlavə səmərəlilik gətirir və logistik xidmətlərin genişlənməsinə şərait yaradır. Avropa Komissiyasının hesabatına əsasən, BTQ xətti Avropa–Asiya nəqliyyat sistemində Azərbaycanın rolunu əhəmiyyətli şəkildə artırmışdır (European Commission, 2020).BTQ layihəsi həm də regional siyasi əməkdaşlığın güclənməsinə mühüm töhfə verir. Azərbaycan, Gürcüstan və Türkiyə bu xətt vasitəsilə uzunmüddətli iqtisadi əməkdaşlıq modelini daha da dərinləşdirmiş, üçtərəfli inteqrasiya və qarşılıqlı asılılıq səviyyəsini artırmışdır. Bu, Cənubi Qafqazda sülhün və sabitliyin möhkəmlənməsinə müsbət təsir göstərir. Eyni zamanda, layihə Azərbaycanın beynəlxalq arenada etibarlı tərəfdaş kimi mövqeyini gücləndirmişdir. Mütəxəssislərin fikrincə, BTQ Avrasiya nəqliyyat şəbəkələrində güc balansına təsir edən mühüm geosiyasi alətdir (Cornell, 2017).Layihənin iqtisadi təsirləri də diqqətəlayiqdir. BTQ xətti Azərbaycanın ixrac imkanlarını genişləndirir, xüsusilə qeyri-neft sektorunda – kənd təsərrüfatı və yüngül sənaye məhsullarının Türkiyə və Avropa bazarlarına daha sürətli çıxışını təmin edir. Bu, ölkənin iqtisadi şaxələndirmə strategiyasına uyğun olaraq yeni bazarlara çıxışı genişləndirir. Eyni zamanda, dəmir yolunun keçdiyi bölgələrdə iqtisadi aktivlik artır, yeni iş yerləri açılır, regional inkişaf üçün yeni imkanlar formalaşır.

Nəticə

Azərbaycan İpək Yolunda mühüm mövqeyini qoruyub saxlayır. Tarixi İpək Yolu boyunca istənilən investisiya Azərbaycan və digər ölkələrin iqtisadiyyatına müsbət töhfə verəcək. Dəniz ticarət yolları ilə uyğun olaraq quru ticarət yollarının inkişaf etdirilməsi və avtomobil yollarının və dəmir yollarının modernləşdirilməsi bölgəyə əhəmiyyətli iqtisadi canlılıq gətirəcək. İpək Yolunun bərpası və onun üzərində yaradılan müasir nəqliyyat infrastrukturu Azərbaycan üçün çoxşaxəli iqtisadi üstünlüklər formalaşdırmışdır. Ölkənin Avrasiya məkanında əlverişli geostrateji mövqeyə malik olması bu imkanların daha səmərəli reallaşmasına şərait yaratmışdır. Bu layihə nəticəsində Azərbaycan, təkcə region daxilində deyil, həm də qlobal ticarət şəbəkəsində etibarlı tranzit mərkəzi kimi öz mövqeyini möhkəmləndirmişdir. Xüsusilə Şərq ilə Qərb, həmçinin Şimal ilə Cənub arasında alternativ marşrutların qurulması ölkənin logistika

potensialını daha da artırmışdır.İnfrastrukturun yenilənməsi və yeni nəqliyyat qovşaqlarının istifadəyə verilməsi İpək Yolunun iqtisadi əhəmiyyətini daha da artıran əsas amillər sırasında yer alır. Bakı Beynəlxalq Dəniz Ticarət Limanının, Bakı–Tbilisi–Qars dəmir yolunun, eləcə də Zəngəzur dəhlizinin açılma perspektivinin mövcudluğu Azərbaycanı transmilli yükdaşımaların əsas iştirakçısına çevirmişdir. Bu marşrutlar vasitəsilə yükların daha az məsafə, daha qısa müddət və daha aşağı xərc ilə daşınması ölkəmizin tranzit cəlbediciliyini yüksəltmiş, beynəlxalq şirkətlərin marağını gücləndirmişdir.İpək Yolunun yenidən canlandırılması həm də iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi baxımından mühüm rol oynayır. Nəqliyyat sektorundan əldə edilən gəlirlərin artması, qeyri-neft sektoruna yönəldilən investisiyaların çoxalması iqtisadi aktivliyin genişlənməsinə səbəb olmuşdur. Sənaye parklarının, azad iqtisadi zonaların və logistika mərkəzlərinin yaradılması ölkədə yeni istehsal sahələrinin formalaşmasına və ixrac imkanlarının genişlənməsinə gətirib çıxarmışdır. Bütün bunlar Azərbaycanın iqtisadi strukturunda müasir və davamlı inkişaf modelinin formalaşmasına təkan vermişdir. İpək Yolunun ölkənin regionlarına iqtisadi təsiri də nəzərəçarpandır. Yeni nəqliyyat xətlərinin çəkilməsi, xidmət sahələrinin genişlənməsi və ticarət dövriyyəsinin artması bölgələrdə məşğulluğu artırmış, yerli sahibkarlığın inkişafına şərait yaratmış, sosial rifah səviyyəsini yüksəltmişdir. Regionların iqtisadi aktivliyinin artması Azərbaycanın bütövlükdə iqtisadi balansına müsbət təsir göstərmiş və ölkə daxilində daha davamlı regional inteqrasiyanı təmin etmişdir.Bundan başqa, İpək Yolunun bərpası Azərbaycanın beynəlxalq iqtisadi əməkdaşlıqda rolunu daha da gücləndirmişdir. Ölkənin tranzit imkanları bir çox dövlət və şirkətlər üçün strateji əhəmiyyət daşımış, nəticədə Azərbaycan qlobal iqtisadi əlaqələrdə etibarlı tərəfdaş kimi tanınmışdır. Bu isə ölkənin siyasi və iqtisadi nüfuzunu artıraraq onun regional liderliyini möhkəmləndirmişdir. Nəticə etibarilə, İpək Yolunun bərpası Azərbaycan üçün sadəcə nəqliyyat layihəsi deyil, çoxşaxəli iqtisadi inkişaf strategiyasıdır. Bu layihə həm tranzit gəlirlərini artırmış, həm investisiya mühitini gücləndirmiş, həm də ölkənin beynəlxalq iqtisadi məkanla inteqrasiyasını dərinləşdirmişdir. İpək Yolu Azərbaycanın uzunmüddətli və davamlı iqtisadi inkişafının mühüm dayaqlarından biri kimi çıxış edir və gələcək illərdə də ölkənin iqtisadi strateji prioritetləri arasında öz əhəmiyyətini qoruyub saxlayacaqdır.

Ədəbiyyat

1.Əmrahov, M. (2011). Böyük İpək Yolu-Bakı, Mütərcim.
2.Üzümcü, A., & Akdeniz, S. (2014). Yeni ipek yolu: TRACECA ve Bakü-Tiflis-Kars demiryolu projesi. Avrasya Etüdleri, 45(1), 11-39
3.Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Rəsmi internet səhifəsi. (t.y.). Azərbaycan – Avrasiyanın nəqliyyat qovşağı. https://president.az/az/pages/view/azerbaijan/silkroad
4.Асадова, З. А. (2017). Азербайджан и Центральная Азия: Возрождение Великого шелкового пути. Juvenis Scientia, (1), 19–28.

5. https://lib.aliyevheritage.org/ru/50108178.html
6.Cornell, S. (2017). The geopolitics of the South Caucasus: Transport corridors and regional security. Washington, DC: Central Asia–Caucasus Institute.
7.European Commission. (2020). EU–Azerbaijan transport cooperation report. Brussels: European Union Publications.
8.World Bank. (2019). International trade corridors and logistics efficiency in Eurasia. Washington, DC: World Bank Publications.
9.Karagöl, E. T. (2017, Mayıs). Modern İpek Yolu Projesi (Perspektif No. 174). SETA.

YÜKSEKÖĞRETİMDE ÖĞRENCİLERİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ALMAYA MOTİVE EDEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Leyla ERCAN
Gazi Üniversitesi
ORCID: 0000-0001-6821-0598
Prof. Dr. Melek ÇAKMAK
Gazi Üniversitesi
ORCID: 0000-0002-3371-4937

ÖZET

Lisansüstü eğitim, bir lisans eğitimi sonrasında Yüksek Lisans ve Doktora programlarında yapılan üst eğitimdir. Buna göre lisansüstü eğitim, üniversitelerde lisansın devamı olarak derecelere götüren, araştırma yoluyla bilim ve teknoloji üreten ve ülke kalkınmasına yön veren bilim insanı yetiştirmeyi amaçlayan, planlı, programlı bir eğitim sürecidir. Lisansüstü eğitimin en temel amaçları arasında bilim insanı yetiştirmekle birlikte bilgi üreten, ürettiği bilgiyi kullanan, üretilen bilgileri bilimsel çerçevede eleştirebilen ve bu düşünce yapısıyla sorun çözebilen nitelikli insan gücünü topluma kazandırmaktır. Ülkemizde birçok farklı alanda lisansüstü eğitimi verilmekle beraber eğitim bilimleri bu alanlardan yalnızca biridir. Bu araştırmada üniversite öğrencilerini lisansüstü eğitime motive eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca dayalı olarak öğrencilerin lisansüstü eğitime motive eden faktörler konusunda görüşleri nelerdir? Sorusu bu çalışmanın temel sorusu olmuştur. Nitel olarak planlanan araştırmada katılımcılar Ankara'da bulunan bir devlet üniversitesinde Eğitim Fakültesinin farklı bölümlerinde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır (N=15). Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan bir anket formu ile toplanmıştır. Veriler içerik analizi tekniğiyle çözümlenmiştir, bulguların sunumunda ayrıca katılımcıların görüşlerini yansıtan söylemlerden yararlanılmıştır. Araştırmanın analiz sonuçlarına göre lisans eğitimine devam eden öğrencilerin lisansüstü eğitime olumlu yaklaştıkları görülmüştür. Araştırmanın bulguları, lisans öğrencilerinin lisansüstü eğitimde üniversite seçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve üniversitelere yol göstermesi açısından önemlidir. Çalışma ile lisansüstü eğitim almak isteyen bireylere ve literatüre katkı sunulacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Lisansüstü eğitim, üniversite öğrencileri, motivasyon

AN EXAMINATION OF THE FACTORS THAT MOTIVATE STUDENTS TO PURSUE GRADUATE EDUCATION IN HIGHER EDUCATION

ABSTRACT

Postgraduate education is the higher education pursued in Master's and Doctoral programs following undergraduate education. Accordingly, postgraduate education is a planned and programmed educational process in universities that aims to train scientists who produce science and technology through research, contribute to national development, and lead to degrees as a continuation of undergraduate education. Among the most fundamental aims of postgraduate education is to train scientists and to provide society with qualified human resources who produce knowledge, utilize that knowledge, critically analyze it within a scientific framework, and solve problems with this mindset. While postgraduate education is offered in many different fields in our country, educational sciences is just one of them. This research aims to identify the factors that motivate university students to pursue postgraduate education. Based on this aim, the question of what students' opinions are regarding the factors that motivate them to pursue postgraduate education became the main question of this study. In this qualitatively planned research, the participants consisted of students studying in different departments of the Faculty of Education at a state university in Ankara (N=15). Data were collected using a questionnaire prepared by the researchers. The data were analyzed using content analysis techniques, and the presentation of the findings also utilized discourses reflecting the participants' opinions. According to the analysis results, undergraduate students have a positive attitude towards postgraduate education. The findings of this research are important in terms of identifying the factors influencing undergraduate students' university choices for postgraduate education and providing guidance to universities. It is believed that this study will contribute to individuals wishing to pursue postgraduate education and to the literature.

Keywords: Graduate education, university students, motivation

GİRİŞ

Lisansüstü eğitim, bir lisans eğitimi sonrasında Yüksek Lisans ve Doktora programlarında yapılan üst eğitimdir. Buna göre lisansüstü eğitim, üniversitelerde lisansın devamı olarak derecelere götüren, araştırma yoluyla bilim ve teknoloji üreten ve ülke kalkınmasına yön veren bilim insanı yetiştirmeyi amaçlayan, planlı, programlı bir eğitim sürecidir. Lisansüstü eğitimin en temel amaçları arasında bilim insanı yetiştirmekle birlikte bilgi üreten, ürettiği bilgiyi kullanan, üretilen bilgileri bilimsel çerçevede eleştirebilen ve bu düşünce yapısıyla sorun

çözebilen nitelikli insan gücünü topluma kazandırmaktır. Toplumdaki artan gereksinimler ve bireylerin meslek sahibi olma, toplumsal statü kazanma, kendini geliştirme ve kariyer yapma gibi istekleri onları lisansüstü düzeyde eğitime yönlendirmektedir (Deniz,2023). Ülkemizde birçok farklı alanda lisansüstü eğitimi verilmekle beraber eğitim bilimleri bu alanlardan yalnızca biridir. Bu araştırmada üniversite öğrencilerini lisansüstü eğitime motive eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaca dayalı olarak öğrencilerin lisansüstü eğitime motive eden faktörler konusunda görüşleri nelerdir? sorusu bu çalışmanın temel sorusu olmuştur.

YÖNTEM

Çalışma Grubu: Nitel olarak planlanan araştırmada katılımcılar Ankara'da bulunan bir devlet üniversitesinde Eğitim Fakültesinin farklı bölümlerinde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır (N=15). Tablo 1 araştırmaya katılan öğrencilere ait kişisel bilgileri göstermektedir.

Tablo 1. Araştırmaya katılan öğrencilere ait kişisel veriler

Katılımcı	Cinsiyet	Yaş	Sınıf	Bölüm
K1	Kadın	22	4	Sınıf Öğretmenliği
K2	Kadın	23	4	Sınıf Öğretmenliği
K3	Erkek	22	4	Sınıf Öğretmenliği
K4	Kadın	23	4	PDR
K5	Kadın	23	4	PDR
K6	Erkek	22	4	Sınıf Öğretmenliği
K7	Erkek	21	4	Sınıf Öğretmenliği
K8	Kadın	21	4	Sınıf Öğretmenliği
K9	Erkek	21	4	Sınıf Öğretmenliği
K10	Erkek	21	4	PDR
K11	Kadın	22	4	PDR
K12	Kadın	22	4	PDR
K13	Erkek	24	4	Müzik öğretmenliği
K14	Kadın	23	4	Sınıf Öğretmenliği
K15	Kadın	22	4	Sınıf Öğretmenliği

Araştırmaya katılan üniversite öğrencileri cinsiyet değişkeni açısından incelendiğinde; 15 öğrenciden 9'u kadın , 6'sı erkek öğrencidir. Yaş değişkeni açısından değerlendirildiğinde; 15 öğrenciden 4 öğrenci 21; 6 öğrenci 22; 4 öğrenci 23 ve bir öğrenci 24 yaşındadır. Tüm öğrenciler son sınıf öğrencisidir. Bölüm açısından değerlendirildiğinde 9 öğrenci sınıf eğitimi, 5 öğrenci PDR ve bir öğrenci müzik eğitimi bölümlerine devam etmektedirler.

Veri Toplama Aracı: Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan bir anket formu ile toplanmıştır. Veriler içerik analizi tekniğiyle çözümlenmiştir, bulguların sunumunda ayrıca katılımcıların görüşlerini yansıtan söylemlerden yararlanılmıştır. Ankette yer alan sorular

lisansüstü eğitim alanındaki alanyazından yararlanarak hazırlanmıştır. Formda katılımcılara yöneltmek üzere beş soruya yer verilmiştir: 1.Mezun olduğunuzda lisansüstü eğitim yapmayı düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise niçin? 2.Lisansüstü eğitime hazırlık için neler yapıyorsunuz? 3.Sizin için lisansüstü eğitim için program seçiminizde/kararınızda önemli olan faktörler nelerdir? Örnek verir misiniz? 4.Lisansüstü programa başlamak için hangi bilgi kaynaklarına başvurursunuz/ başvurmaktasınız? 5.Lisansüstü eğitimden beklentileriniz nelerdir?

Veri Analizi: Veriler üzerinde içerik analizi gerçekleştirilmiş, bulguların sunumunda ayrıca katılımcıların görüşlerini yansıtan söylemlerden yararlanılmıştır. Her soru için ayrı ayrı yapılan içerik analizi sonucunda kategorilere ulaşılmış, katılımcı görüşleri bu kategoriler bağlamında örnek söylemlerle desteklenerek bulgular bölümünde sunulmuştur.

BULGULAR

Araştırma bulguları, görüşme sorularının tema olarak biçimlendirilmesi ile ortaya çıkarılmıştır. Araştırmada birebir alıntı olarak kullanılabileceği düşünülen cümleler belirlenmiş ve gerekli görüldüğü durumlarda bulgular bölümünde yer verilmiştir. Katılımcılara sorulan ilk soru lisansüstü eğitime yönelme nedenleri olmuştur. Bu soru için yapılan analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Lisansüstü Eğitime Yönelme Nedenleri

Lisansüstü Eğitime Yönelme Nedenleri
-İlgili alanda kendini geliştirme isteği
-Akademik kariyer
-Arkadaş çevresinin etkisi
-Aile etkisi -Maddi faktörler -Yeni iş imkanları -Eğitim ve öğretimin niteliği

Araştırmaya katılan öğrenciler lisansüstü eğitime yönelme nedenleri arasında en çok ilgili alanda kendini geliştirme, akademik kariyer yapma, arkadaş ve aile etkisi, maddi faktörler ve yeni iş imkânları bulmadan bahsetmişlerdir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından örneklere yer verilmiştir.

> *"Kendi alanımda uzmanlaşmak ve gelecek yıllarda o konu hakkında eğer bir kitap yazmak istersem işin uzmanı olarak var olmak için " (K1).*

"Üst sınıftan mezun bir arkadaşım eğitim bilimlerinde yüksek lisansa devam ettiğinden bahsetti ve beni çok motive etti, bende lisansüstü eğitime böylece başlamaya karar verdim " (K15)

"Lisansüstü eğitime başlamam konusunda ailem çok destekleyici. Babam da kendi alanında yüksek lisans yapmış " (K11).

Katılımcılara bir diğer soruda lisansüstü eğitime nasıl hazırlandıkları sorulmuştur. Tablo 3 analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3'de Lisansüstü eğitime yönelik hazırbulunuşluk yer almaktadır.

Lisansüstü eğitime yönelik hazırbulunuşluk
-Yabancı dil çalışmaları -Fakülte derslerine ağırlık verme -Yurt dışı programlar için yabancı dili geliştirme -ALES

Araştırmaya katılan öğrenciler lisansüstü eğitime hazırlık olarak yabancı dil, Ales, fakülte derslerine odaklanma ve yurt dışında lisansüstü eğitime hazırlık için yabancı dili geliştirme çalışmaları olarak cevap vermişlerdir.

"Seminer dersinde çeşitli araştırmaları inceleme fırsatım oldu ve bu beni çok mutlu etti. Bende artık kendimi geliştirmek ve kendi araştırmalarımı yapmak istiyorum " (K13).

"ALES çalıştım ve sınava girdim. Fakültedeki derslerimi dinliyorum ve derslerime önem veriyorum " (K2).

Tablo 4 ise lisansüstü eğitimi için program seçiminde etkili olan kriterlere ilişkin görüşleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4. Lisansüstü eğitimi için program seçiminde etkili olan kriterler

-İlgim var -Aileden gelen istek -Derslerdeki becerilerim -Bölüm hocalarımın beni bu konuda desteklemesi -Gelişen teknolojiler -Bölüm akademik kadrosunun güçlü olması -Akademik danışmana kolay ulaşabilme olanağı -Bölümün akademik gelişme imkânı sunması -Üniversitenin marka imajı

Araştırmaya katılan öğrenciler lisansüstü eğitim programı seçimi konusunda cevap olarak ilgi, ailenin isteği, derslerdeki başarılar, üniversitenin imajından ve akademisyen desteğinden bahsetmişlerdir.

"Kendi akademisyen hocalarım ve üniversitem" (K3).

" Uzmanlık alanım/ İlgilerim/ Dersteki becerilerim/ Aile desteği" (K4).

Aşağıda çalışmaya katılan öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik bilgi kaynakları konusunda görüşlerini yansıtmaktadır.

Tablo 5. Lisansüstü eğitime yönelik bilgi kaynakları

-Üniversitenin web sayfası
-Akademisyen kadrosu
-Lisansüstü eğitime devam eden diğer öğrenciler
-Enstitü web sayfaları

Araştırmaya katılan öğrencilerin lisansüstü eğitimine başlamak için başvurdukları bilgi kaynakları; üniversitenin web sayfası, akademisyen kadrosu, programa devam eden diğer lisansüstü öğrenciler ve enstitü web sayfaları olarak belirlenmiştir.

"Üniversitelerin web sayfaları özellikle ilgili enstitü web sayfası" (K5).

"YÖK ve üniversitelerin web sayfalarına bakarım, ayrıca lisansüstü eğitim gören diğer öğrencileri incelerim " (K8).

Son olarak aşağıda öğrencilerin lisansüstü eğitimden beklentileri verilmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin lisansüstü eğitimden beklentileri

Lisansüstü eğitimden beklentiler
-Geleceğim için kapı açılması
-Kendi fikirlerimi geliştirme ve paylaşma fırsatını bulma
-Çalışma alanında daha yetkin olmak
-Akademisyen olmak
-İyi bir alanda uzmanlaşmak

Araştırmaya katılan öğrencilerin lisansüstü eğitiminden beklentileri gelecek, kendini geliştirme, çalışma alanında daha güçlü olmak ve akademisyen olmak gibi beklentiler sayılmıştır.

"Geleceğime bir şans kapısı açma" (K10).

" İş yaşamında daha yetkin olma "(K11).

"Akademisyen olma fırsatı yakalama" (K14).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın elde edilen sonuçlara göre lisans eğitimine devam eden öğrencilerin lisansüstü eğitime olumlu yaklaştıkları görülmüştür. Elde edilen bu bulgu, Bülbül (2012) tarafından yapılan araştırmada belirlenen lisans düzeyinde yönelme sebepleriyle belirli noktalarda (örn. alana olan ilgi) benzerlik göstermektedir. Araştırmaya ilişkin sonuçlar, öğrencilerin lisansüstü eğitime başlangıç sürecinde ve daha sonraki eğitim sürecinde aileleri tarafından desteklendiğini göstermektedir. Çalışma konusuyla ilgili olarak alanyazın incelendiğinde çalışmanın bulgularını destekleyici nitelikte sonuçların olduğu görülmektedir. Literatürde yer alan bazı araştırmalar (Egyed, McIntosh, & Bull, 1998; Şimşek, 2013) ailenin eğitime verdiği destek düzeyinin öğrencilerin lisansüstü eğitime devam etme durumlarını desteklediği görülmektedir. Adefulu ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada ise üniversitenin teknik imkânlarının ve ders içeriklerinin lisansüstü öğrencilerin tercihlerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Aydemir ve Çam (2015) tarafından yapılan benzer araştırmada öğrencilerin lisansüstü eğitimden beklentilerinin, üniversitelerin bilimsel çalışmalara yönlendirmesi ve nitelikli insan yetiştirmesi olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın bulguları, lisans öğrencilerinin lisansüstü eğitimde üniversite seçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve üniversitelere yol göstermesi açısından önemlidir. Çalışmanın ortaya koyduğu sonuçların alanyazında bu konu bağlamında yapılan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Adefulu, A., Farinloye, T., & Mogaji, E. (2020). Factors influencing postgraduate students' university choice in Nigeria. *In Higher education marketing in Africa: Explorations into student choice* (pp. 187-225). Springer International Publishing.

Aydemir, S., & Çam, Ş. (2015). Lisansüstü öğrencilerinin lisansüstü eğitimi almaya ilişkin görüşleri. *Turkish Journal of Education, 4*(4), 4-16. https://doi.org/10.19128/turje.00354

Bülbül, T. (2012). Yükseköğretimde okul terki: Nedenler ve çözümler. *Egitim ve Bilim*, *37*(166), 219-235.

Deniz, Ü. (2020). Lisansüstü eğitimde gizli kriz: Öğrenciler neden okulu terk ediyor?. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,48,* 61-83.doi: 10.9779/pauefd.528019

Egyed, C. J., McIntosh, D. E., & Bull, K. S. (1998). School psychologists' perceptions of priorities for dealing with the dropout problem. *Psychology in the Schools*, *35*(2), 153-162.

Sevim, E., Zeybek, D. Ö. & Zeybek, M. (2023). Lisansüstü Eğitimde Üniversite Tercihi Hangi Faktörlerden Etkilenir?. *Yükseköğretim Dergisi, 13*(3), 465-471. doi: 10.53478/ yuksekogretim.1193856

Şimşek, H. (2013). University students' tendencies toward and reasons behind dropout. *Journal of Theoretical Educational Science, 6*(2), 242–271.

ÖĞRETMENLİK MESLEĞİNE YÖNELİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ

Prof. Dr. Melek ÇAKMAK
Gazi Üniversitesi
ORCID: 0000-0002-3371-4937
Dr. Öğretim Üyesi Leyla ERCAN
Gazi Üniversitesi
ORCID: 0000-0001-6821-0598

ÖZET

Öğretmenlik mesleği geçmişten günümüze daima eğitim araştırmalarında ilgi odağı konulardan birini oluşturmuştur. Bu bağlamda alanyazında öğretmenlik mesleğini çeşitli açılardan inceleyen araştırmalar bulunmaktadır. Alanyazında öğretmenlik mesleği ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmının öğretmen görüşlerine odaklı olduğu görülmektedir. Öğretmenlik mesleği gelişmelerden ve yeniliklerden etkilenmektedir. Bu duruma bağlı olarak öğretmen roller de değişmekte ve bu yönde de araştırmalar yapılmaktadır. Diğer taraftan bir kısım araştırmalar öğretmenlik mesleğinin seçilme nedenlerine yönelik önemli bulgulara işaret etmektedir. Öğretmen adaylarının kariyer ilgileri ve beklentileri genellikle akademik kariyerlerinin erken dönemlerinde şekillenmektedir. Öğretmen eğitimi programlarına devam eden adaylarının akademik kariyerlerinin bu aşamasında da mesleğe yönelik bakış açıları farklılaşabilmektedir. Bu çalışma ile öğretmenlik mesleğine ilişkin öğretmen adaylarının bakış açısının betimlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada amaçlı örnekleme tekniği kullanılarak belirlenen katılımcılar, Ankara'da bulunan bir devlet üniversitesinde Eğitim Fakültesinde çeşitli bölümlerde öğrenim gören 62 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırma nitel olarak tasarlanmış olup, veriler araştırmacılar tarafından hazırlanan açık uçlu soru formu ile toplanmıştır. Sorular kapsamında adaylardan öğretmenlik mesleğini tercih nedenleri, öğretmenlik mesleğinde dikkat çekici olarak düşündükleri özellikleri belirtmeleri istenmiştir. Araştırmada veriler yüzyüze ortamda toplanmış, adaylara gerekli açıklamalar yapılmıştır. Katılımcılardan sağlanan veriler üzerinde içerik analizi yapılmış, her soru için ayrı ayrı analiz süreci gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde yapılan içerik analiz sonuçları öğretmen eğitimi bağlamında ve yapılacak yeni araştırmalar için katkı sağlayacağı düşünülen önemli göstergeler ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Öğretmenlik mesleği, Öğretmen adayları, nitel araştırma.

OPINIONS OF TEACHER CANDIDATES ON THE TEACHING PROFESSION

ABSTRACT

The teaching profession has always been a focal point in educational research from past to present. In this context, the literature contains studies examining the teaching profession from various perspectives. Some of the studies on the teaching profession in the literature focus on the views of teachers. The teaching profession is affected by developments and innovations. Consequently, teacher roles are also changing, and research is being conducted in this direction. On the other hand, some studies point to important findings regarding the reasons for choosing the teaching profession. Career interests and expectations of prospective teachers are generally shaped early in their academic careers. Even during this stage of their careers, prospective teachers' perspectives on the profession may differ. This study aimed to describe prospective teachers' perspectives on the teaching profession. The participants in the study, selected using a purposive sampling technique, consisted of 62 prospective teachers studying in various departments at the Faculty of Education at a state university in Ankara. The research was designed qualitatively, and data were collected using an open-ended questionnaire prepared by the researchers. The questions asked candidates to explain their reasons for choosing the teaching profession and what they considered noteworthy characteristics of the profession. Data were collected in a face-to-face setting, and candidates were provided with the necessary explanations. Content analysis was conducted on the data provided by the participants, with a separate analysis process conducted for each question. The results of the content analysis conducted on the obtained data revealed important indicators that are believed to contribute to the context of teacher education and to future research.

Keywords: Teaching profession, teacher candidates, qualitative research.

GİRİŞ

Öğretmenlerin, öğretme ve öğrenme sürecinde önemli rolleri bulunmaktadır (Thomas Dotta ve diğ. 2025). Bu nedenle alanyazında geçmişten günümüze çok sayıda araştırma bu konuda odaklanmıştır. Diğer taraftan öğretmenlik mesleğine yönelik araştırmalar (Örneğin; Kılıç ve diğ, 2021; Nwoko ve diğ., 2025; Sezer, Karabacak ve Ertuğ, 2024) konuyu çeşitli bağlamlarda ve farklı yönleri ile incelemiştir.

Örneğin, Marpa ve Trinidad (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Filipinler'de bir meslek olarak öğretmenliğe yönelik değişen bakış açısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Nitel tasarımlı bu çalışmada katılımcılar (n=52), 21 kamu ilkokul ve ortaokul öğretmeni, 18 emekli öğretmen ve 13 diğer meslek mensubundan oluşmuştur. Bir meslek olarak öğretmenliğe dair değişen

bakış açısını belirlemek için çalışmada, 52 katılımcıdan görüş almak üzere nitel bir yöntem kullanılmıştır. Araştırma sonuçları katılımcıların öğretmenlik mesleğine olumlu bakış gösterdiklerine işaret etmiştir.

Alanyazında öğretmenlik mesleğine yönelik çalışmalar çok yönlü olmakla birlikte bazı dikkat çeken araştırma alanları bulunmaktadır. Örneğin meslekte ilk yıllara yönelik deneyimler ve görüşler araştırmaların odağında olan konular arasındadır. Meslekte ilk yıllara odaklı çalışmalar öğretmenlik mesleğinde ilk yıllarda öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar ve başa çıkma yöntemlerini kapsamaktadır.

Kılıç ve diğ.nin (2021) belirttiği üzere, öğretmenlikte ilk yıl öğretmenlik mesleği için bir dönüm noktasıdır. Bu noktadan hareketle fenomenoloji yaklaşımına dayalı olarak tasarlanan çalışmada öğretmenlik mesleğine yeni başlayan sınıf öğretmenlerinin yaşadıkları deneyimler ve karşılaştıkları sorunlar belirlenmiştir. Araştırmada en fazla üç yıl deneyime sahip öğretmenlerle (n=20) görüşme yapılmıştır. Araştırmada dikkat çeken sonuçlar arasında mesleki deneyim bağlamında sınıf öğretmenleri tarafından hizmet öncesinde aldıkları eğitim ile mesleğe başladıklarında edindikleri deneyimler arasında fark olduğunun belirtilmesi olmuştur.

Kılıç (2022) tarafından yapılan durum çalışması olarak hazırlanan bir çalışmada öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçme nedenleri ve meslekten beklentileri araştırılmıştır. Araştırmada bir eğitim fakültesinde eğitim gören 23 öğretmen adayı ile görüşme yapılarak verilerin toplanmış, çalışmada öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçme nedenleri dışsal sebepler, özgeci sebepler ve içsel sebepler olarak üç alt tema altında; adayların meslekten beklentileri ise mesleki beklentiler, sosyal beklentiler ve ekonomik beklentiler olarak üç alt tema temada toplanmıştır.

Benzer bir çalışma Yarım ve diğ., (2022) tarafından yapılmıştır. Fenomenoloji deseninde hazırlanan çalışmada, öğretmen adaylarının (n=20) öğretmenlik mesleğine yönelik motivasyon faktörleri incelenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen veriler, içerik analizi yardımıyla analiz edilmiştir. Adaylar ile yapılan görüşmelerin analiz sonuçları, öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğiyle ilgili içsel faktörlerden daha fazla olumlu yönde motive olduklarını göstermiştir.

Araştırmanın Amacı: Mevcut araştırma öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine bakış açılarını betimlemek amaçlı tasarlanmıştır.

YÖNTEM

Bu araştırma nitel olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın bu kısmında çalışma grubu, veri toplama aracı ve veri analizi başlıkları altında detaylara yer verilmiştir.

Çalışma Grubu: Bu araştırmada katılımcıları öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmaya dahil olan adayları (N=62), Ankara'da bulunan bir devlet üniversitesinde Eğitim Fakültesinde çeşitli bölümlerde öğrenim görmektedir ve öğretmen eğitimi programında seçmeli bir derse devam eden, bu çalışmaya katılmaya gönüllük gösteren 2.,3.ve 4.sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışmaya Tarih, Müzik, Türkçe, Sosyal Bilgiler, Bigisayar ve öğretim Tek, Sınıf Öğretmenliği, PDR, Okul öncesi, Almanca, İngilizce, Matematik öğretmenliği öğrencileri katılmıştır.

Veri Toplama Aracı: Araştırmada veriler, araştırmacılar tarafından alanyazından da yararlanarak hazırlanan bir anket formu ile toplanmıştır. Formda katılımcılara yöneltilen ve açık uçlu formatta hazırlanan sorular şunlardır: 1.Öğretmen olmayı istiyorum, çünkü,…2.Öğretmenlik mesleğinin en çekici yönleri bana göre; …3. Gelecekte öğretmenlik mesleği bana göre;…4. Öğretmenlik mesleğini bir sıfat yada kavramla açıklamak isteseniz bu ne olurdu? Niçin? Anket formunda ayrıca demografik bilgilere yönelik iki soru yer almıştır. Anket formu katılımcılara yüz yüze ortamda verilmiş, katılımcılara aynı zamanda çalışma konusu hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Veri Analizi: Araştırmada açık uçlu sorular için içerik analizi süreci gerçekleştirilmiştir. Bulguların sunumunda ilave olarak öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik görüşlerini yansıtan söylem örneklerinden yararlanılmıştır.

BULGULAR

Katılımcılara anket formunda ilk sırada verilen soru "Öğretmen olmayı istiyorum, çünkü,…" ifadesi olmuş, katılımcılardan boşluğu görüşlerini yazarak doldurmaları istenmiştir. Bu soru için yapılan analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere adayların cevapları birden fazla tema altında toplanmaktadır. Bu da, öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçmelerinde etkili olan faktörlerin çeşitliliğine işaret etmektedir. Adayların görüşleri en çok "öğretmeyi sevmek" teması altında toplanmıştır.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının öğretmen olmayı isteme nedenleri

TEMA	SÖYLEM ÖRNEKLERİ
Öğretmeyi sevmek	▪ Anlatmayı seviyorum (2) ▪ Öğretmeyi seviyorum (6) ▪ Çocuklarla ilgilenmek ve yeni şeyler öğretmek güzel (5) ▪ Teknolojiyi öğretmek ve yeni ürünler oluşturmalarını sağlamak bana mutluluk veriyor (10) ▪ Öğrencilere yeni bilgiler katmak onların dünyasına yenilikler katmak güzel (18) ▪ Öğrencileri ve öğretmeyi seviyorum (31) ▪ İnsanlara bildiklerimi öğretme hissi beni mutlu ediyor (37) ▪ Öğrencilerin geleceği şekillendiren bir meslekte olmak istiyorum (26) ▪ Yeni şeyler öğretmeyi seviyorum (46)

Öğretmen etkisi	▪ Ortaokul Türkçe öğretmenim beni çok etkilemişti ve öğretmen olmak hayalimdi (8)
Bireye ve topluma katkı sağlama isteği	▪ Bireylerde iz bırakmak, olumlu yönde davranış değişikliği sağlamak istiyorum (9) ▪ Başarılı ve topluma yararlı bireyleri yetiştirmek istiyorum (4)
Meslek hayali	▪ Öğretmenlik çocukluk hayalim… Çocukluk hayalimi, hem de rahat ve sevdiğim bir mesleği yapmak istiyorum (17) ▪ Bu mesleği seviyorum (44)
Çalışma şartları	▪ Çalışma şartlarının bana uygun olduğunu düşünüyorum (14)
Sürekli mesleki gelişim	▪ Çünkü bu meslekte kişi kendini sürekli yeniliyor (22)
Tatil koşulları	▪ Tatil imkanı daha iyi bu meslekte (30)
Rol model/ örnek olmak	▪ Öğrencilere rol model olmak istiyorum (32) ▪ Bilgi kazandırmak, rehber ve yol gösterici olmak çok güzel bir duygu (42)
Öğretmenliği düşünmemek	▪ İstiyor muyum bilmiyorum (23) ▪ Öğretmen olmayı düşünmüyorum,…(28)

Katılımcılara anket formunda ikinci sırada verilen soru "Öğretmenlik mesleğinin en çekici yönleri bana göre; …" ifadesi olmuş, katılımcılardan boşluğu görüşlerini yazarak doldurmaları istenmiştir. Bu soru için yapılan analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Analiz sonuçları ilk soru için elde edilen bulgularla tutarlılık göstermektedir. Adaylar aynı zamanda farklı unsurları da belirtmişlerdir. Öğretmek, bilgi aktarmak, rol model olma gibi yönlerinin yanı sıra, mesleğin statüsü, çalışma saatleri, tatil imkanı gibi özellikleri adayların görüşlerinde yer bulmuştur.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinde çekici buldukları yönler

Öğretmenlik mesleğinin en çekici yönleri bana göre; … ▪ Öğrencilerin yıllar içindeki gelişimini takip edebilmek …(3) ▪ Öğretmek (7) ▪ Mesleğin statüsü (9) ▪ Öğrencilerle iletişim kurmak ve rehberlik etmek (10) ▪ Çocukları geleceğe hazırlamak (17) ▪ Rol model/Örnek olmak (11) ▪ Bir alanda uzmanlaşmış olmak (21) ▪ Bilgi aktarmak ve paylaşmak(26) ▪ Rehber olmak (42) ▪ Çalışma saatlerinde esneklik (57) ▪ Tatillerinin olması (4)

Katılımcılara anket formunda verilen bir diğer soru "Gelecekte öğretmenlik mesleği bana göre;…" ifadesi olmuş, katılımcılardan boşluğu görüşlerini yazarak doldurmaları istenmiştir. Tablo 3 analiz sonuçlarını göstermektedir. Öğretmek, bilgi aktarmak, rol model olma gibi yönlerinin yanı sıra, mesleğin statüsü, çalışma saatleri, tatil imkanı gibi özellikleri adayların görüşlerinde yer bulmuştur.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının gelecekte öğretmenlik mesleğine yönelik görüşleri

Gelecekte öğretmenlik mesleği bana göre;…
▪ Hala çok değerli olacaktır (35) ▪ Önemini koruyan bir meslek olacaktır (4) ▪ Daha çok ihtiyaç duyulacak bir meslek olacak (6) ▪ Öğretmenlik mesleğine her zaman ihtiyaç olacaktır (52) ▪ En önemli mesleklerden biri olmaya devam edecek (53) ▪ Teknoloji ve yapay zeka ile birlikte farklılaşabilir (9) ▪ Teknoloji çok hızlı ilerlediğinden şimdikinden farklı olacaktır..11) ▪ Yapay zeka her ne kadar birçok alanı etkilese de bu mesleği etkilemeyecektir (21) ▪ Giderek rehberlik ve yönlendirme faaliyetine dönüşecektir (22)

Tabloda görüldüğü üzere öğretmen adaylarının cevapları mesleğin statüsü, öğretmenlik mesleği ve teknoloji, öğretmenlik rolleri kapsamında özetlenebilir. Öğretmen adaylarının gelecekte öğretmenlik mesleğine yönelik görüşleri incelendiğinde; önemli oranda adayların öğretmenlik mesleğinin gelecekte de önemli olacağı ve her zaman ihtiyaç duyulacağı yönünde görüş bildirdiği, bir kısmının gelecekte mesleğe yönelik görüşlerini açıklarken teknoloji vurgusu yaptıkları, az sayıda adayın ise gelecekte öğretmenlik mesleğinde roller konusunda bazı değişiklikler gözlenebileceğini ifade ettikleri görülmüştür.

Katılımcılara anket formunda verilen son soru "Öğretmenlik mesleğini bir sıfat yada kavramla açıklamak isteseniz bu ne olurdu? Niçin?" sorusu olmuştur. Aşağıda bu soru kapsamında gelen cevaplardan örneklere yer verilmiştir.

> Rehber…çünkü öğretmenlik sadece ders anlatmak değil, öğrenciye aynı zamanda rehberlik yapmaktır. (2)
>
> Rol model…çünkü öğretmen öğrenciyi her açıdan etkiler (8)

Katılımcıların cevaplarında özellikle öğretmenin rehberlik, rol model olma ve bilgi aktarma roller ön plana çıkmmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretmenlik motivasyonuyla ilgili çalışmalar çok sayıda olup, teorik ve metodolojik arka planları farklılık göstermektedir (Pavin Ivanec ve Defar, 2023). Açık uçlu soru formu kullanılarak verileri elde edilen bu çalışma ile öğretmenlik mesleğine yönelik öğretmen adaylarının bakış açısı hakkında bir betimleme amaçlanmıştır. Araştırma bulgularının işaret ettiği temel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Öğretmen adaylarının öğretmen olmayı düşünmelerinde etkili olan faktörler çok yönlüdür. Bununla birlikte en dikkat çeken faktör öğretme işini sevmek olarak gözlenmiştir.

- Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinde en çekici buldukları özellikler öğretmek, bilgi aktarmak, rol model olmak ve aynı zamanda mesleğin statüsü, çalışma saatleri, tatil imkanı gibi özellikleri olarak dikkat çekmektedir.
- Öğretmen adayları, öğretmenlik mesleğinin gelecekte de önemi ve işlevini koruyan bir özellik taşıdığını belirtmiş, bununla birlikte teknoloji unsuruna dikkat çekmişlerdir.

Bu sonuçlara dayalı olarak öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik bakış açısını belirleme konusunda kapsamlı ve çok boyutlu araştırmalar planlanması önerilebilir. Yapılacak yeni çalışmalarda yönemsel açıdan da farklı uygulamalar başvurulabilir. Bu çalışmada açık uçlu sorularla adayların görüşlerine ilişkin ilgi çekici sonuçlar elde edilmiştir. Yeni çalışmalarda nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılarak karma yöntemli çalışmalar tasarlanabilir.

KAYNAKLAR

Sezer, Ş.; Karabacak, N. & Ertuğ, C. (2024). The status of the teaching profession in Turkey: a case study about the teaching profession act, *Teacher Development, 28:*3, 418-438, DOI: 10.1080/13664530.2023.2295998

Nwoko JC, Anderson E, Adegboye OA, Malau-Aduli AEO and Malau-Aduli BS (2025). From passion to pressure: exploring the realities of the teaching profession. *Front. Public Health 13*:1505330. doi: 10.3389/fpubh.2025.1505330

Kılıç, Z., et al. (2021). Journey into the teaching profession: experiences of classroom teachers. *Shanlax International Journal of Education, 9*(3), 186-195. DOI: https://doi.org/10.34293/education.v9i3.3922

Kılıç, M.Y. (2022). Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçme nedenleri, beklentileri ve öğretmenlik programının niteliğinin artırılmasına yönelik görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 56*, 35-65, doi:10.9779.pauefd.1031456

Marpa, E., & Trinidad, C. (2018). The Changing Perspective of Teaching as a Profession. *International Journal of Research in Teacher Education, 9*(4), 25-35.

Pavin Ivanec, T., & Defar, A. (2023). Motivation for the choice of the teaching profession: the role of prospective teachers' personality traits, emotional competence, and life-satisfaction. *SageOpen*, *13*(2). https://doi.org/10.1177/21582440231182594 (Original work published 2023)

Thomas Dotta L, Rodrigues S, Joana L and Carvalho MJ (2025). The attractiveness of the teaching profession: a integrative literature review. *Front. Educ. 9*:1380942. doi: 10.3389/feduc.2024.1380942

Yarım, M. A., Yildirim, İ., & Akan, D. (2022). Motivation factors of candidates teachers for their professions. *GIST – Education and Learning Research Journal*, *24*, 43–63. https://doi.org/10.26817/16925777.1319

OXA NƏZƏRƏN SİMMETRİYA VASİTƏSİLƏ PARALEL KÖÇÜRMƏNİN TƏDRİSİ METODİKASI

Dos. T. M. ƏLİYEVA
R. E. MƏMMƏDOVA
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

ÖZET

Məqalədə həndəsə məzmun xəttində tədrisi nəzərdə tutulan yerdəyişmələrdən oxa nəzərən simmetriya və paralel köçürmə anlayışları arasındakı əlaqə təhlil edilir. Ardıcıl şəkildə iki paralel ox üzrə aparılan simmetriya əməliyyatı fiqurun paralel köçürülməsi ilə eynidir. Məqalədə bu teorem riyazi əsaslarla isbat edilir və paralel köçürmənin istiqamətini və miqdarını müəyyən edən vektorun simmetriya əməliyyatlarından alındığı göstərilir. Mövzunun bu prinsiplə tədrisi şagirdlərdə həndəsi çevrilmələrin mahiyyətini daha dərindən anlamağa, fiqurlar üzərində çevirmə əməliyyatlarını düzgün yerinə yetirməyə və məntiqi mühakimə bacarıqlarını inkişaf etdirməyə imkan verir. Məqsəd şagirdlərin riyazi məntiqinin, həndəsi təsəvvürünün və vizual qavrayış bacrıqlarının inkişaf etdirilməsinə nail olmaqdır.

Açar sözlər: oxa nəzərən simmetriya, paralel köçürmə, həndəsi yerdəyişmə, çevirmə, tədris metodikası

METHODOLOGY FOR TEACHING PARALLEL TRANSLATION THROUGH AXIAL SYMMETRY

SUMMARY

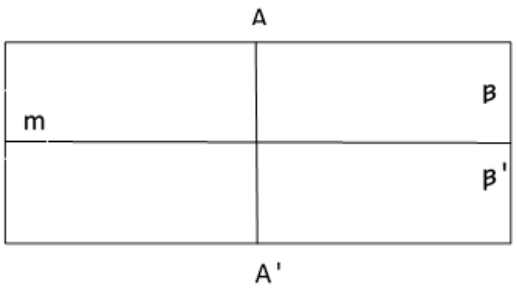
The article analyzes the relationship between the concepts of symmetry and parallel translation with respect to the axis of displacements intended for teaching in the geometry content line. The symmetry operation performed sequentially on two parallel axes is the same as the parallel translation of a figure. The article proves this theorem with mathematical foundations and shows that the vector that determines the direction and amount of the parallel translation is obtained from symmetry operations. Teaching the subject with this principle allows students to understand the essence of geometric transformations more deeply, to correctly perform transformation operations on figures, and to develop logical reasoning skills. The goal is to achieve the development of students' mathematical logic, geometric imagination, and visual perception skills.

Key words: symmetry with respect to the axis, parallel translation, geometric displacement, transformation, teaching methodology

GİRİŞ

Riyaziyyat təlimində həndəsi çevrilmələrin öyrədilməsi şagirdlərin məntiqi düşüncə tərzinin, həndəsi təsəvvürünün və vizual qavrayış bacarıqlarının inkişafında mühüm rol oynayır. Xüsusilə də simmetriya və paralel köçürmə kimi yerdəyişmələr şagirdlərə fiqurların mövqeyini, quruluşunu və qarşılıqlı əlaqələrini dərk etməyə kömək edir. Bu yerdəyişmələr sadəcə həndəsi əməliyyat olmaqla kifayətlənməyib, həm də riyazi düşünmənin sistemli və məntiqi qurulmasına xidmət edir.

Oxa nəzərən simmetriya və paralel köçürmə məktəb riyaziyyatında fərqli tərif və tətbiqlərə malik olsa da, onlar arasında mühüm riyazi əlaqə mövcuddur. Belə ki, fiqurun ardıcıl şəkildə iki paralel ox üzrə simmetriya etdirilməsi nəticəsində həmin fiqurun paralel köçürülməsi alınır. Bu fakt bir tərəfdən yerdəyişmələrin daxili məntiqi strukturunu üzə çıxarır, digər tərəfdən isə şagirdlərdə bu çevirmələrin bir-birini necə tamamladığını vizual şəkildə anlamağa şərait yaradır. Bu əlaqənin dərsdə nümayiş etdirilməsi şagirdlərə simmetriya əməliyyatının yalnız "əks etdirmə" deyil, həm də digər yerdəyişmələrin əsasında dura biləcək universal bir çevrilmə olduğunu göstərir.



Mövzunun tədrisində məqsəd yalnız riyazi nəticənin izahı deyil, həm də şagirdlərin düşünmə prosesesinin inkişaf etdirilməsidir. Bunun üçün koordinat müstəvisində nümunələrin işlənməsi, fərqli simmetriya oxlarının seçilməsi, fiqurların ardıcıl çevrilmələrinin vizual təsviri və gündəlik həyatda müşahidə olunan simmetriya halları xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu metodik yanaşmalar şagirdlərin mövzunu daha dərindən qavramasını təmin edir və onların riyazi əlaqələri müstəqil müəyyən etmə bacarığını gücləndirir.

İlk öncə oxa nəzərən simmetriya anlayışı və xüsusiyyətlərinə nəzər yetirək.

Oxa nəzərən simmetriya həndəsi yerdəyişmələr arasında ən çox istifadə olunan və şagirdlər tərəfindən vizual olaraq daha asan qavranılan çevrilmələrdən biridir. Simmetriya əməliyyatı fiqurun forma və ölçülərini dəyişmədən onun mövqeyini dəyişir və nəticədə alınan fiqur ilkin fiqurla tam şəkildə üst-üstə düşə biləcək bir quruluşa malik olur. Oxa nəzərən simmetriyanın tərifi aşağıdakı kimi verilir:

AA' düz xətt parçası m-düz xəttinə perpendikulyar olub, həmin düz xətlə yarıya bölünərsə, bu halda A və A' nöqtələrinə m-düz xəttinə nəzərən simmetrik nöqtələr, m düz xəttinə isə simmetriya oxu deyilir.

Eyni bir oxa nəzərən simmetrik nöqtələrdə yaranan F və F' fiqurunlarına həmin oxa nəzərən simmetrik fiqurlar deyilir.

F fiqurundan m oxuna nəzərən ona simmetrik olan F' fiquruna keçməyə m oxuna nəzərən simmetriya və ya ox simmetriyası deyilir.

m oxuna nəzərən simmetriya F fiqurunu F' fiquruna çevirir. Qısaca olaraq, S_m(F)→F' simvolu ilə göstərmək olar.

m oxuna nəzərən simmetriyada fiqur öz-özünə çevrilərsə, belə fiqura simmteriya oxu olan fiqur və ya simmetrik fiqur, həmin oxa isə fiqurun simmetriya oxu deyilir.

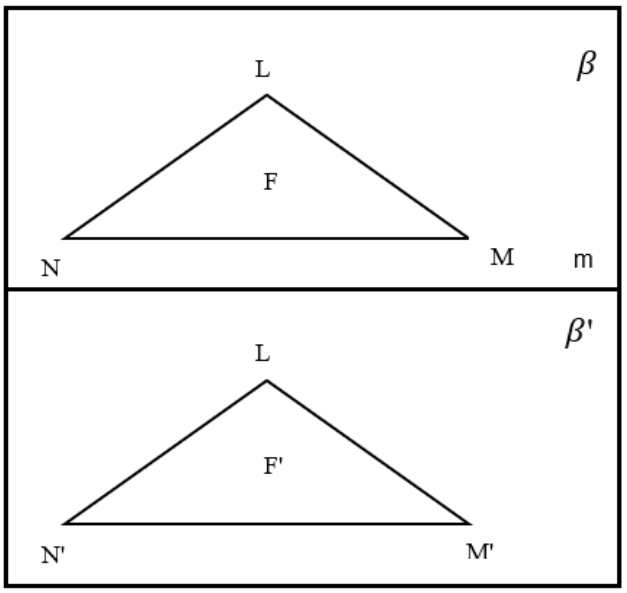
Ox simmetriyasının aşağıdakı xassələri var:

Xassə 1. İki nöqtənin simmetriya oxu, bu nöqtələrdən bərabər məsafədə olan nöqtələrin həndəsi yeridir.

Xassə 2. m oxu müstəvini cüt-cüt simmetrik nöqtələrdən əmələ gələn iki yarımmüstəviyə ayırır və bu yarımmüstəvilərdən birini m düz xətti boyunca o birinin üzərinə qatladıqda, birincinin hər hansı N nöqtəsi ikinci yarımmüstəvinin yeganə bir N' nöqtəsi üzərinə düşər və tərsinə. Bu zaman m düz xətti üzərindəki hər bir nöqtə öz-özünə çevrilir. Belə nöqtələrə simmetriyanın ikiqat nöqtələri deyilir. Oxa nəzərən simmetriya qarşılıqlı birqiymətli uyğunluqdur.

Xassə 3. Simmetriya oxu və oxa perpendikulyar olan hər bir düz xətt ikiqat düz xətdir.

Xassə 4. Oxa nəzərən simmetrik olan iki düz xəttin kəsişmə nöqtəsi (əgər varsa) ox üzərindədir və ox, həmin düz xətlər arasındakı bucağın tənbölənidir.



Oxa nəzərən simmetriya metodu simmetriya xassələrinə əsaslanan əsas metodlardan biridi. Həmin metodla məsələ həll edərkən fiqur təqribi çəkildikdən sonra ya bu fiqurun özünü, ya da bir hissəsinin məqsədəuyğun seçilmiş bir oxa nəzərən çeviririk. Bu çevirmə verilənləri şəkilə daxil etməyə və məsələnin verilənlərini bir-birilə əlaqələndirməyə kömək edir. Bunun nəticəsində məsələ ya məlum və ya da həlli daha asan məsələyə gətirilir, bəzən isə bilavasitə həll edilmiş olur.

Oxa nəzərən simmetriya metodundan əsasən üçbucağın verilən elementlərinə və tərəflərinin cəmi və fərqinə görə fiqurun qurulması, sınıq xətt şəklində verilmiş parçaların düz xətt parçası şəklinə gətirilməsi, üçbucağın iki bucağının fərqinin tapılması tələb edilən və s. məsələlərdə istifadə edilir. Bu metodla məsələ həll edərkən, simmetriya oxunun düzgün çevrilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bəzi məsələlərdə bu ox açıq şəkildə verilir, məsələn " l-düz xəttinə nəzərən F fiquruna simmetrik F' fiqurunu qurun". Bəzi hallarda simmetriya oxu dolayı yolla verilir. Məsələn, "AC diaqonalının A bucağının yarıya bölündüyünün bilərək, a, b, c və d tərəflərinə görə ABCD dördbucaqlısını qurun". Göründüyü kimi burada AC diaqonalından keçən düz xəttin simmetriya oxu olması üstü-örtülü şəkildə verilmişdir.

Ümumiyyətlə, belə məsələlərdə ox simmetriyasının xassəsindən istifadə edib əvvəlcə məsələdə verilmiş elementin simmetriya oxu olduğunu əsaslandırmaq sonra isə məsələni həll etmək lazımdır. Bəzi məsələlərdə isə simmetriya oxunu çəkmək lazım gəlir. Məsələn, iki tərəfinə və bucağın qarşısında duran bucaqların fərqinə görə üçbucağın qurulması tələb olunan məsələdə simmetriya oxu olaraq AC tərəfinin orta perpendikulyarını qurmaq lazım gəlir. Beləliklə, simmetriya oxunu AC tərəfinin orta nöqtəsindən ona perpendikulyar çəkmək və B-yə B_1 nöqtəsini qurmaq lazımdır.

Simmetriya oxunun qurulması lazım olan nöqtələrdə çətinliklər olur. Bu çətinliklərin qarşısını almaq üçün şagirdlərə simmetrik fiqurların bərabər olmasını xatırlatdıqda, onlar oxun qurulmasını və bu oxun haradan keçməsini söyləyə bilərlər.

İndi isə paralel köçürmə anlayışı və xüsusiyyətləri haqqında danışaq.

Paralel köçürmə riyaziyyatda əsas hərəkət növlərindən biridir. Müstəvi koordinat sistemindən pralel köçürmənin tərifi aşağıdakı şəkildə verilir:

Fiqurun istənilən (x;y) nöqtəsi (x+a;y+b) nöqtəsinə keçərsə bu hərəkətə paralel köçürmə deyilir. Paralel köçürmə müstəvi dekart koordinat sistemində bu şəkildə göstərilir: x'=x+a, y'=y+b. Bu paralel köçürmə nəticəsində hər bir (x;y) koordinatlı nöqtə (x';y') koordinatlı nöqtəyə keçir.

Paralel köçürmənin aşağıdakı xassələri var:

Xassə 1. Paralel köçürmə verilmiş fiquru onunla konqruent və eyni cəhətli fiqura çevirir.

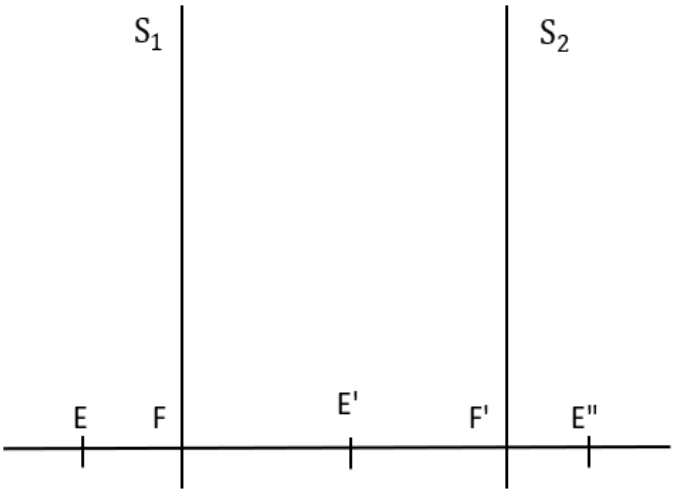
Xassə 2. Paralel köçürmədə iki cüt uyğun nöqtə, bir cüt uyğun düz xətti təyin edir.

Xassə 3. Paralel köçürmədə iki cüt uyğun düz xətt bir cüt uyğun nöqtəni təyin edir.

Xassə 4. Paralel köçürmədə düz xəttin obrazı ona paralel olan düz xətt, şüanın obrazı onunla eyni istiqamətli şüadır.

Paralel köçürməni simmetriya əsasında izah etmək riyaziyyat didaktikasında mühüm metodik yanaşmadır. Bu zaman iki ardıcıl ox simmetriyası tətbiq olunur.

Verilmiş iki paralel düz xəttə nəzərən iki ox simmetriyasının hasilinə paralel köçürmə deyilir.



Paralel köçürmə ilə bağlı aşağıdakı teoremi isbat edək.

Teorem: Paralel köçürmədə müstəvinin bütün nöqtələri oxlara perpendikulyar istiqamətdə, oxlar arasındakı məsafənin iki misli qədər öz yerlərini dəyişir.

İsbatı: Teoremi müstəvinin bir E nöqtəsi üçün isbat etmək kifayətdir. Oxlar arasındakı məsafəni d ilə işarə edək. E, E', E'' nöqtələrinin bir düz xətt üzərində olmasını, $EE'' \perp S_1$ və $EE'' = 2d$ olduğunu isbat etməliyik. $EE' \perp S_1$, $EE'' \perp S_2$ və $S_1 \parallel S_2$ olduğundan, E, E' və E'' nöqtələri bir düz xətt üzərindədir. Eyni bir nöqtədən iki paralel düz xəttin birinə çəkilən perpendikulyar, o birinə də perpendikulyardır və $EE'' \perp S_1$-dir. EE'' düz xətti ilə S_1 və S_2 oxlarının kəsişmə nöqtələrini uyğun olaraq F və F' ilə işarə edək. $EE' = 2FE'$ və $E'E" = 2E'F'$ olduğundan,
$E" = EE' + E'E" = 2FE' + 2E'F' = 2(FE' + E'F') = 2d$ olar. Beləliklə teorem isbat olundu. Bu teoremin tərsi olan teoremdə doğrudur.

İsbat etmək olar ki, hər bir paralel köçürməni aşağıdakı şərtləri ödəyən iki ox simmetriyasına ayırmaq olar:

1. Oxlar paralel köçürmə istiqamətinə perpendikulyardır.
2. Oxlar arasındakı məsafə paralel köçürməni təyin edən vektor uzunluğunun yarısına bərabərdir.
3. Oxlardan biri ixtiyari götürülə bilər.

Bəzi qurma məsələlərinin həllində paralel köçürmə metodundan istifadə etmək əlverişlidir. Paralel köçürmə bu hallarda məsələlərə tətbiq olunur: Bəzən fiqurun verilmiş elementləri bir-birindən uzaq olduğu üçün onları çertyoja daxil etmək çətin olur. Belə hallarda axtarılan fiqurun müəyyən hissəsini ya özünə paralel ya da başqa qayda ilə elə məsafəyə köçürürlər ki, bu zaman yeni alınmış fiquru bilavasitə qurmaq mümkün olur. Köçürmənin istiqaməti məsələnin şərtindən asılıdır, bu istiqamət elə seçilməlidir ki, yeni alınan fiqura mümkün qədər çox verilən daxil ola bilsin. Paralel köçürmədən alınan fiquru qurduqdan sonra əks köçürmə aparmaqla axtarılan fiqur qurulur. Paralel köçürməni oxları paralel olan iki ox simmetriyasının köməyi ilə də icra etmək olar.

Məktəb həndəsəsinin əsas mövzularından biri olan oxa nəzərən simmetriya və paralel köçürmə anlayışlarının qarşılıqlı əlaqəsinin öyrədilməsi şagirdlərdə həndəsi çevirmələrin mahiyyətini daha dərindən qavramağa kömək edir. Məqalədə isbat edilən teorem həm nəzəri, həm də metodik baxımdan mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bu teoremin isbatı göstərir ki, ardıcıl iki paralel ox üzrə simmetriya əməliyyatı fiqurun paralel köçürülməsinə ekvivalentdir. Mövzunun bu yanaşma ilə tədrisi şagirdlərdə çevirmələrin mahiyyətini anlamaq, fiqurlar üzərində müxtləif hərəkətləri tətbiq etmək və həndəsi məsələlərin həllində çevirmələrdən məqsədyönlü istifadə etmək bacarıqlarını inkişaf etdirir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Həsənov, N. (2018). Ümumi həndəsə və yerdəyişmələr. Bakı: Təhsil-Nəşr.
2. İbrahimov Ə., Sadıqov S., Müstəvi üzərində həndəsi qurmalar. Bakı, 1963.
3. Merdanov. M., Mirzəyev. S., Sadıqov. Məktəblinin riyaziyyatdan izahlı lüğəti. Bakı: Radius nəşriyyatı, 2016.
4. Qəhrəmanova N., Kərimov M., Hüseynov İ. Riyaziyyat 8: Müəllim üçün metodik vəsait. Bakı, 2015

FEATURES OF THE PEDAGOGICAL ACTIVITY OF A HIGHER SCHOOL TEACHER IN TEACHING HISTORY

Abdulla MUSTAFAYEV
Naxçıvan Dövlət Universiteti "Ümumi tarix" kafedrasının dosenti
ORCID ID: 0009-0004-1145-1939
Ruhiyyə RZAYEVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti "Ümumi tarix" kafedrasının dosenti
ORCID ID: 0009-0003-2663-3877
Münəvvər SÜLEYMANOVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti "Ümumi tarix" kafedrasının müəllimi, doktorant
ORCID ID: 0009-0001-9996-0225

SUMMARY

The article attempts to analyze the characteristics of the pedagogical activity of a higher school teacher in modern conditions. Based on the analysis of the available literature, the researchers' theoretical and practical contributions to the given issue are determined, and the features that distinguish the pedagogical activity of the higher school teacher from other types of activity are revealed.

Based on the analysis of the scientific intelligence of modern studies, the main components of the activities of higher school teachers are distinguished, such as gnostic, communicative, and organizational. In the article, the indicators of these components were considered separately. Thus, the pedagogical tactics of the formation of the communicative component, the ability to work in a team and in a team, respect the opinion of others (both colleagues and students), and the ability to adequately accept criticism; readiness for mutual assistance and mutual understanding, etc. such indicators were considered.

It has been proven that the indicators of the formation of the organizational component should be considered as the teacher's ability to self-organize his pedagogical activity, as well as the ability to organize the educational work of students.

It has been proven that the current state of the quality of education depends on the level of the graduate's competencies, project building, forecasting, etc. skills are reinforced by society's growing demands.

Keywords: Educator; Institution of higher education; Pedagogical activity; Structural components of pedagogical activity; High school teacher, Professional mobile high school teacher

TARİXİN TƏDRİSİNDƏ ALİ MƏKTƏB MÜƏLLİMİNİN PEDAQOJİ FƏALİYYƏTİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

XÜLASƏ

Məqalədə müasir şəraitdə tarixin tədrisində ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətinin xüsusiyyətlərini təhlil etməyə cəhd göstərilmişdir. Mövcud ədəbiyyatların təhlil edilməsi əsasında tədqiqatçıların göstərilən məsələyə nəzəri və praktiki töhfələri müəyyən edilir, ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətini digər fəaliyyət növlərindən fərqləndirən xüsusiyyətlər üzə çıxarılır.

Müasir tədqiqatların elmi intellektinin təhlili əsasında ali məktəb müəllimlərinin fəaliyyətinin qnostik, kommunikativ, təşkilati kimi əsas komponentləri fərqləndirilir. Məqalədə bu komponentlərin ayrı-ayrılıqda göstəriciləri nəzərdən keçirilmişdir. Belə ki, kommunikativ komponentin formalaşmasının pedaqoji taktika, komandada işləmək, başqalarının (həm həmkarların, həm də tələbələrin) fikrinə hörmət etmək, tənqidi adekvat qəbul etmək bacarığı, qarşılıqlı yardıma və qarşılıqlı anlaşmaya hazır olmaq və s. kimi göstəriciləri nəzərdən keçirilmişdir.

Sübut edilmişdir ki, təşkilati komponentin formalaşmasının göstəriciləri müəllimin öz pedaqoji fəaliyyətini özünü təşkil etmək bacarığı, eləcə də şagirdlərin təlim-tərbiyə işini təşkil etmək bacarığı kimi qəbul edilməlidir.

Sübut edilmişdir ki, təhsilin keyfiyyətinin hazırkı vəziyyəti məzunun səriştələrinin səviyyəsinə, layihə qurma, proqnozlaşdırma və s. bacarıqlarına cəmiyyətin artan tələbləri ilə gücləndirilir.

Açar sözlər: Pedaqoq; Ali təhsil müəssisəsi; Pedaqoji fəaliyyət; Pedaqoji fəaliyyətin struktur komponentləri; Ali məktəb müəllimi, Peşəkar mobil ali məktəbin müəllimi

GİRİŞ

Tədqiqatın aktuallığı. Azərbaycan Respublikasının hərtərəfli inkişafı təhsil sisteminin inkişafı üçün də yeni strategiya axtarışını müəyyənləşdirmiş, ənənələrin, təcrübənin və innovasiyaların birləşdirilməsi istiqamətində əhəmiyyətli dəyişikliklərə səbəb olmuşdu. Bundan əlavə, bu, gələcək mütəxəssislərin peşəkar inkişafının vasitələri, metodları və yollarının axtarışını daha da stimullaşdırmışdı.

Ali təhsilin keyfiyyəti probleminin mövcud vəziyyəti məzunun səriştəlilik səviyyəsinə, onun layihələndirmə, proqnozlaşdırma qabiliyyətinə və s-yə cəmiyyətin artan tələbləri ilə gücləndirilir. Ali təhsilin keyfiyyətini və səmərəliliyini şərtləndirən müxtəlif amillər arasında ən mühümü, şübhəsiz ki, müəllimin şəxsiyyətidir.

Bir sıra əsərlərdə, məsələn, M. İlyasovun “Müəllim peşəkarlığı və pedaqoji səriştəliliyin müasir problemləri” və “Müəllimin pedaqoji ustalığı” adlı əsərlərində, Talıb Paşayevin “Tarixin tədrisi: Tarixilik və müasirlik”, V. A. Adolfun “Müasir müəllimin peşəkar səriştəsi”, V. N. Quziyin “Pedaqoji peşəkarlıq: tarixi, metodoloji və nəzəri aspektlər”, A. K. Markovun “Peşəkarlıq psixologiyası”, L. M. Mutinanın “Müəllimin peşəkar inkişafının psixologiyası” və s. əsərlərdə ali təhsil müəssisələrində peşə-pedaqoji fəaliyyətin həyata keçirilməsinin və gələcək müəllimlərin psixoloji-pedaqoji hazırlığının (peşə təhsili və müəllim şəxsiyyətinin formalaşması konsepsiyalarının) təkmilləşdirilməsinin müxtəlif aspektləri açıqlanır. E. V. Bondarenskinin “Şəxsiyyətyönümlü təhsilin nəzəriyyəsi və təcrübəsi” adlı əsərində fərdi yönümlü təlimin, təhsilin, pedaqoji prosesin əsasları, Y. V. Senkonun “Pedaqoji təhsilin humanitar əsasları: Mühazirə kursu” adlı əsərində pedaqoji təhsilin humanitar əsasları araşdırılmışdır və s.

Ali məktəb müəllimi hər bir dərsə hazırlaşarkən iş formalarını diqqətlə nəzərdən keçirməlidir ki, bunun sayəsində tələbələr mövzunun əsas məzmununu daha yaxşı öyrənər, bilik və bacarıqlarını daha da artırar, müxtəlif fəaliyyət növlərinə yiyələnər və nəticədə gələcək mütəxəssisin və vətəndaşın müəyyən keyfiyyətlərinin formalaşması güclənər.

Pedaqoji vəziyyətlərin təhlili əsasında pedaqoji vəzifələri görmək və formalaşdırmaq, onların həllinin optimal yollarını tapmaq bacarığı ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyət sahəsində onun peşəkarlığına sübutdur. Amma şagirdlərlə iş prosesində müəllim üçün yaranan bütün mümkün vəziyyətləri əvvəlcədən təsvir etmək mümkün deyil. Hər bir qəbul edilən yeni qərar hər dəfə yeni bir vəziyyətdə qəbul edilməlidir, buna görə də hər bir ali məktəbin müəllimi öz fəaliyyətlərində düzəlişlər etmək və ya prinsipcə yeni fərdi pedaqoji trayektoriyanı inkişaf etdirmək üçün şəxsi və peşəkar reabilitasiya ehtiyacını dərk etməyə başlayır.

Məqsəd ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətinin struktur komponentlərini müəyyən etməkdir. Məqalənin yazılmasında müəyyən edilmiş məqsədə çatmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşur: 1. Ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyəti probleminin öyrənilmə dərəcəsini təhlil etmək; 2. Ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətinin xüsusiyyətlərini araşdırmaq; 3) Ali təhsil müəssisəsi şəraitində tədris fəaliyyətinin struktur komponentlərinin xüsusiyyətlərini müşahidə etmək.

ƏSAS HİSSƏ:

Pedaqoji fəaliyyətin səmərəli həyata keçirilməsi üçün ali məktəbin müasir müəlliminə funksiyaları, pedaqoji fəaliyyətin strukturunu və onun əsaslarını başa düşmək, komponentləri, öz pedaqoji hərəkətlərini və peşə əhəmiyyətli bacarıqlarını təkmilləşdirə bilmək, peşəkar həyata keçirilməsi üçün zəruri olan psixoloji keyfiyyətləri inkişaf etdirmək olduqca vacibdir. Pedaqoji

fəaliyyətin bu cəhəti A. İ. Kuzminskinin "Ali təhsildən sonrakı pedaqoji təhsil: nəzəriyyə və təcrübə" [Кузьмінський (2002):27-32], V. A. Slasten və L. S. Podımovanın birgə yazdıqları "Pedaqogika: innovativ fəaliyyət" [Сластенини (1997):221] adlı əsərlərində tədqiq edilmişdir.

Bəzi metodistlərə görə, pedaqoji fəaliyyətin hər bir komponenti öz daxili bazasında tərbiyənin metod və vasitələrinin birləşməsini və onun təşkili formalarının seçilməsini əks etdirən yaradıcı elementi ehtiva edir. Yeni nəticə əldə etmək və tələbələri öyrətmək üçün hər bir müəllim əvvəlcə material axtarır, problemin tendensiyasını, qanunauyğunluğunu və ya yenidən qurulmasını müəyyən etmək üçün əsas ola biləcək bilikləri toplayır, onları ümumiləşdirir, sonra konkret formada icrası haqqında qərar qəbul edir və nəzarəti (yoxlamanı) həyata keçirir. Müəllim şagirdə yeni biliklər verməklə onun kəşf etmək qabiliyyətinə inamını gücləndirir.

Müəllimin şagirdlərə təxmin etməyi və ya fərziyyə irəli sürməyi öyrətməsi onların intuiziyalarını yoxlamalarına, təklif olunan fikri daha məntiqli təhlil etmələrinə səbəb olur. Təlim prosesində müsbət emosiyaların (sürpriz, sevinc, rəğbət, uğur və s.) nümayiş etdirilməsi yolu ilə şagirdlərin özünə və problemləri həll etmək bacarığına olan inamı formalaşdırmaq mümkündür. Müəllim hər cəhətdən tələbənin məqsədləri, vəzifələri və onların həlli vasitələrini müstəqil seçmək istəyini stimullaşdırır. Müəllim mümkün həllərin işlənib hazırlanmasında məşq edir, bunun nəticəsi sürət, çeviklik və təfəkkürün orijinallığı göstəricilərinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasıdır. O, hər cəhətdən tələbənin məqsədləri, vəzifələri və onların həlli vasitələrini müstəqil seçmək istəyini stimullaşdırır. Z. F. Esarevin fikrincə, ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətinin strukturu konstruktiv, təşkilati, kommunikativ və tədqiqat (qnostik) komponentlərindən ibarətdir [Есарева (1975): 20].

Tədqiqatçılar müəyyən edilmiş komponentləri aşağıdakı kimi xarakterizə edirlər. Qnostik komponent müəllimin peşəkar fəaliyyətinin əsasını təşkil edən idrak fəaliyyətinin həyata keçirilməsinə yönəlmiş bilik və bacarıqlar sistemini təmin edir. Bu komponent müəllimin tədqiqat fəaliyyətinə nüfuz edir, çünki o, öz pedaqoji fəaliyyətinin nəticələrinin, təhsil prosesinin, tələbələrin təhsil nailiyyətlərinin səviyyəsinin diaqnostikasına, təhlilinə, özünü təhlilinə yönəldilmişdir. O, müəllimin pedaqoji fəaliyyətində yaradıcılıq səviyyəsinə təsir göstərdiyi üçün bütün digər komponentlərin əsasını təşkil edir. Qnostik komponentə təlim, təhsil və tərbiyənin məqsədləri, müəllimin tədris etdiyi fənlər barədə biliklər, təlimin prinsip və texnologiyalarını öyrənmək, öyrədici və tərbiyəedici xarakter daşıyan məşğələlər daxildir [4].

Ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətinin konstruktiv komponenti müəllimin fəaliyyətində mühüm vəzifələrin həyata keçirilməsini, yəni, oxuduğu kursların strukturlaşdırılmasını, mövzu üçün xüsusi tədris materialının seçilməsini, konkret vəziyyət

üçün ən effektiv metodların, formaların, texnikaların seçilməsini, tədris və tədqiqat işlərinin planlaşdırılmasını təmin edir. Konstruktiv komponent qarşıdakı məşğələni hazırlamaq üçün əməliyyatlar komplektini nəzərdə tutur [7].

Təşkilati komponent öz pedaqoji fəaliyyətini, tələbələrin təlim və tərbiyəsi prosesini və özünü təşkil etməyə xidmət edir.

Kommunikativ komponent ali məktəb müəlliminin bütün növ pedaqoji fəaliyyətinin həyata keçirilməsini təmin edir. Kommunikativ komponent şagirdlərlə qarşılıqlı ünsiyyət prosesi zamanı fəaliyyət göstərmək üçün əməliyyatlar komplektini nəzərdə tutur [Nəzərov (2012): 18]. Şagirdlər, müəllim yoldaşları, rəhbərlik, valideynlər və s. ilə əlaqələrin qurulmasının asanlığı müəllimin ünsiyyət səviyyəsindən və ünsiyyət tərzindən asılıdır. Müəllim özünün ünsiyyət bacarığı sayəsində tədris xarakterli məlumatları şagirdlərə çatdırır, onların tədris-idrak fəaliyyətini aktivləşdirir, digər alimlərlə elmi əlaqələr qurur, öz nəşrlərində tədqiq olunan elmi problemə dair müxtəlif elmi mövqeləri, baxışları, mülahizələrini işıqlandırır. Bununla belə, müəlliflər qeyd edirlər ki, pedaqoji fəaliyyətin hər bir komponenti ali məktəb müəllimindən həm də xüsusi bilik, bacarıq və vərdişlərə yiyələnməyi tələb edir. Digər alimlər [Крягжде (1981):78-81] pedaqoji fəaliyyəti ali məktəb müəlliminin öz fəaliyyətini həyata keçirməsi üçün lazım olan bacarıqlar aspektində tədqiq etmişlər. Empirik tədqiqatlar vasitəsilə N. V. Kuxarev aşağıdakı bacarıqları ayırd etmişdir: məlumatın qurulması (konstruktiv komponent); təhsil alanların onlar üçün faydalı fəaliyyət növünə cəlb edilməsi (təşkilati komponent); öyrənmək üçün əks istəklərin təmin edilməsi (stimullaşdırıcı və motivasiya komponenti); təhsil prosesində sağlam mikroiqlimin yaradılması (kommunikativ komponent); rəyin təmin edilməsi (kommunikativ-tədqiqat komponenti), idrak-modelləşdirmə və konstruktiv-modelləşdirmə [Кухарев (1990): 91-94]. Həm pedaqoji fəaliyyətin tərifl ərinin müxtəlifliyini, həm də onun strukturunun öyrənildiyi elmi yanaşmaların çoxluğunu qeyd etmək çətin deyil. Yuxarıdakı fikirləri nəzərə alaraq qeyd etmək istərdik ki, ali məktəb müəlliminin pedaqoji fəaliyyətini digər fəaliyyət növlərindən fərqləndirən özəlliyi ondan ibarətdir ki, o: A) Obyekti özünə xas olan keyfiyyətlərə malik bir şəxs olan xüsusi fəaliyyət növü, eyni zamanda, obyekt özünü inkişaf etdirmək, özünü təkmilləşdirmək, özünü öyrənmək üçün öz fəaliyyətinin subyekti kimi çıxış edir, belə ki, şagirdin daxili qüvvələrinə, potensialına və ehtiyaclarına cavab vermədən pedaqoji proses səmərəli ola bilməz; B) Onun üçün peşəsinin yüksək muxtariyyəti, artan peşəkar məsuliyyət dərəcəsi (mütəxəssislərin peşə hazırlığı səviyyəsindən asılıdır), ölkə iqtisadiyyatının inkişafı, insanın şəxsi yüksəlişi xarakterikdir; C) Təbiətcə çoxfunksiyalı fəaliyyət (müəllim daim bir neçə funksiyanı yerinə yetirir: müəllim, tərbiyəçi, tədqiqatçı, rəhbər və s). Diqqət təkcə tələbələrin bilik və fəaliyyət üsullarını mənimsəməsinə deyil, həm də şəxsiyyətin inkişafı və

formalaşmasına, qrupda bu məqsədlərin həyata keçirilməsinə şərait yaradan münasibətlərin qurulmasına, məktəbdənkənar təhsil fəaliyyətinin təşkilinə yönəldilmişdir [Кирдянкина (2011): 27]. Buna görə də ali məktəb müəllimi tələbələrin getdikcə daha çox yeni vəzifələrin həllinə yönəlmiş fəal idrak fəaliyyətini daim təşkil edir. Bu vəzifələrin həlli təhsilin məqsədi deyil, seçilmiş sahədə səriştənin formalaşması və eyni zamanda onların şəxsi inkişafı və formalaşması, gələcək mütəxəssislərin dövlət təhsil standartının tələblərinə uyğun hazırlığı səviyyəsini təmin etmək üçün onun əsas təhsil funksiyalarının həyata keçirilməsi vasitəsidir; D) Pedaqoji fəaliyyətə və elmi tədqiqata əsaslanan (qanun edilən zərurət) davamlı özünü inkişaf etdirməyi tələb edən fəaliyyət; E) Təhsil fəaliyyətinin səmərəliliyinin həm dərs deyənlərdən, həm də tədris olunanlardan asılılığı; Ə) Pedaqoji fəaliyyətin səmərəliliyi meyarlarının qeyri-müəyyənliyi; İ) Fəaliyyət subyektinə və onun şəxsi keyfiyyətlərinə artan sosial tələblər; I) Hər biri sonsuz sayda pedaqoji tapşırıqların icrası tələbələrin tədris-tərbiyə prosesi zamanı bir-biri ilə əlaqəli və həll olunan peşə hazırlığının, tərbiyəsinin və inkişafının bir çox strateji və taktiki vəzifələrini həll etməklə fəaliyyətin son məqsədini, ona nail olmaq yollarını dərk etməyi əhatə edir.

Pedaqoji fəaliyyətin xüsusiyyətləri ali məktəb müəllimindən iş növlərini tez-tez dəyişməyi və eyni zamanda vaxtaşırı eyni işə qayıtmağı tələb edir. Müəllimin uzun əsrlər boyu fəaliyyəti mövcud biliklərin, mənəvi-mədəni dəyərlərin, ali fəaliyyət modellərinin qorunub saxlanmasına və ötürülməsinə, ali mədəniyyət naminə intellektin inkişafına yönəlmişdir. Son vaxtlara qədər müəllim yeganə bilik mənbəyi idi və peşəkar kadr hazırlığı sistemi cəmiyyətin ahəngdar inkişaf etmiş şəxsiyyət formalaşdırmaq üçün sosial sifarişini yerinə yetirirdi.

Cəmiyyətin demokratikləşməsi, əmək bazarının tələbləri və s. ali təhsilin tədris proqramlarının şaxələndirilməsinə, təhsil sahəsində innovativ proseslərin aktivləşdirilməsinə, tədris prosesinin fərdiləşdirilməsinə, fənlərarası inteqrasiyaya, təhsil sistemində dəyişikliklərə yönəlmiş yeni ali təhsil modelinə keçidə səbəb oldu. Buna görə də rəqabət qabiliyyətli mütəxəssislərin peşəkar hazırlığı və peşəkar mobilliyi sisteminin tətbiqi yolu ilə universitetlərin bazar mühitinə uyğunlaşdırılması zərurəti yarandı. Bu, öz növbəsində, ali məktəb müəlliminin funksiyalarını əsaslı şəkildə dəyişdirir, onun fəaliyyətini tədris prosesi subyektinin ehtiyac və bacarıqlarının formalaşmasına şərait yaratmağa, ictimai şüurun bütün formalarının normalarını təmin etməyə istiqamətləndirir [Громкова (1994): 105-109].

Məlumdur ki, ali məktəbdə pedaqoji fəaliyyət müəllim və tələbələr arasında pedaqoji (xüsusi təşkil edilmiş) qarşılıqlı əlaqənin (qarşılıqlı hərəkətlərin) həyata keçirilməsinə yönəlmiş fəaliyyətdir. M. T. Qromkova qeyd edir ki, təhsil müəssisəsində real praktikada davranışın sosial-mədəni modeli kimi öyrənilən şüurlu fəaliyyət texnologiyasının mənimsənilməsi üçün

süni şərait yaradılır. Hər bir şagird (dinləyici) bu modelə inteqrasiya olunur və şüurlu fəaliyyət texnologiyasına yiyələnir. Eyni zamanda, onun pedaqoji prosesdə iştirakının şəxsi nəticəsi şüurdakı dəyişikliklərdir: peşə ehtiyacları (öz müqəddəratını təyinetmə), peşə normaları (fəaliyyət meyarları) və peşəkar qabiliyyətlər (fəaliyyət vasitələri). Müəllim peşəkar problemlərin həllinə nə qədər çox töhfə verərsə, onun pedaqoji fəaliyyətinin səmərəliliyi nə qədər yüksək olarsa, işinin keyfiyyəti də bir o qədər yüksək olar [Громкова (1994): 341].

Ali məktəb müəlliminin fəaliyyəti yüksək ictimai əhəmiyyətə malikdir və dövlətin yaradılmasında, milli şüurun və Azərbaycan cəmiyyətinin mənəvi mədəniyyətinin formalaşmasında mərkəzi yerlərdən birini tutur. Müasir dövrdə ali məktəbin müəllimi müəllim olmaqla, yəni biliyi ötürən, tələbə fəaliyyətini stimullaşdıran, bilik və bacarıqları formalaşdıran olmaqla yanaşı, eyni zamanda, həm pedaqoq (şagirdin şəxsiyyətinin hərtərəfli inkişafını həyata keçirir, peşəkar və psixoloji keyfiyyətləri formalaşdırır), həm alim (tədris etdiyi fənnin sahəsi üzrə elmi tədqiqatlar aparır), həm rəhbər (sinif dərslərini təşkil edir, tələbələrin müstəqil işini stimullaşdırır və nəzarət edir), həm də ekspert və məsləhətçi (tələbəyə elmi informasiya dünyasında naviqasiya etməyə kömək edir) funksiyalarını daşıyır. Buna görə də, bu gün ali məktəb müəllimi bir çox funksiyaları, o cümlədən: təşkilati (lider, bilik, bacarıq, bacarıq labirintində bələdçi), informasiya (ən son məlumatların, ən son texnologiyaların daşıyıcısı), transformasiya (biliyin sosial əhəmiyyətli məzmununun fərdi bilik aktına çevrilməsi), indikativ-tənzimləyici (müəllimin bilik strukturu şagirdin bilik strukturunu müəyyən edir), səfərbərlik (təhsil obyektinin subyektə çevrilməsi, özünütəhsil, özünü hərəkət, özünü təsdiq) funksiyalarını yerinə yetirir.

Müasir dövrdə pedaqoji prosesin daşıyıcısı olan ali məktəb müəllimlərinin qarşısında çox mühüm, eyni zamanda məsuliyyətli vəzifələr qoyulmuşdur. Belə ki, pedaqoji fəaliyyətin məzmununun təkmilləşdirilməsi, təlim prosesinin əsas başlıca məqsəd, mahiyyət və məzmununun düzgün şəkildə dərk edilməsi və s. olduqca mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Ali məktəb müəlliminin təşkilatçılıq bacarığı və onu reallaşdıra bilməsi pedaqoji fəaliyyətin məhsuldarlığının təmin edilməsinin əsasını təşkil edir [İlyasov (2023): 31].

Pedaqoji fəaliyyətin funksiyalarının həyata keçirilməsi prosesində aşağıdakı vəzifələr həll olunur: 1) Dizayn (pedaqoji fəaliyyətə olan tələbləri nəzərə alaraq tədris kursunun məqsədlərinin formalaşdırılması və dəqiqləşdirilməsi; qarşıya qoyulan məqsədləri nəzərə almaqla təlim kursunun planlaşdırılması; zehni məqsədlərin formalaşma mərhələlərini nəzərə almaq; tələbələr üçün mümkün maneələrin proqnozlaşdırılması; kursda təhsil zamanı tələbələr üçün mümkün maneələrin proqnozlaşdırılması və onların aradan qaldırılması yolları); 2) Konstruksiya (tələbə auditoriyasının onu qavramaq imkanlarını nəzərə alaraq dərs üçün

materialın seçilməsi; qarşıya qoyulan məqsədlərə əsaslanan tapşırıqlar sisteminin seçilməsi və işlənib hazırlanması; məqsəd, məzmun və şagirdlərin inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq dərslərin rasional strukturunun seçilməsi; fənlərarası əlaqələr nəzərə alınmaqla dərslərin məzmununun planlaşdırılması; tələbələrin müstəqil işləri üçün tapşırıqların hazırlanması; tələbələrin biliyinin qiymətləndirilməsi və nəzarəti sisteminin seçilməsi); 3) Təşkilatlanma (pedaqoji metodlardan istifadə, vəziyyətə adekvat; tələbələr tərəfindən fənnin fəal və müstəqil öyrənilməsi formalarının təşkili; köçürmə zamanı texniki təlim vasitələrinin tətbiqi; materialın aydın təqdimatı, əsas anlayışların vurğulanması, qanunauyğunluqlar, ümumi nəticələrin qurulması; kurs testlərinin yaradılması və s.); 4) Sosial-psixoloji tənzimləmə (şagirdləri sual verməyə həvəsləndirmək, müzakirələr aparmaq; tələbələri intizamlı etmək; əməkdaşlıq mühitinin yaradılması; qrupun inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsi, liderlərin müəyyən edilməsi və qrupun qeyri-rəsmi strukturu; münaqişələrin konstruktiv həlli; pedaqoji təsir subyektlərinin psixoloji vəziyyətinin idarə edilməsi; tələbələrin idrak fəaliyyətinin aktivləşdirilməsi; psixi vəziyyətlərin özünü tənzimləməsi; həmkarlar, tələbələr, rəhbərliklə işgüzar əlaqələrin qurulması və saxlanması); 5) Refleksiya (inkişafın və özünüinkişafın səmərəliliyinin, məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi subyekt tərəfindən özünü müşahidə, özünü əks etdirmə, özünü təhlil etməklə həyata keçirilir).

Beləliklə, pedaqoji prosesdə əks olunma subyektlər (pedaqoji prosesin iştirakçıları) tərəfindən onların inkişafı, özünü inkişaf etdirmə vəziyyəti və bunun səbəblərini müəyyənləşdirmə prosesi və nəticəsi kimi müəyyən edilə bilər.

Pedaqoji fəaliyyətin refleksiv mahiyyəti onda özünü göstərir ki, müəllim şagirdlərin fəaliyyətini təşkil edərək özünə və öz hərəkətlərinə şagirdlərinin gözü ilə baxmağa, onların düşüncələrini, baxışlarını nəzərə almağa, daxili aləmini təsəvvür etməyə çalışır. Qarşılıqlı əlaqəni proqnozlaşdıran müəllim özünü bu qarşılıqlı əlaqənin və dialoqun iştirakçısı kimi qiymətləndirir. Eyni zamanda pedaqoji prosesin iştirakçıları arasında subyektlərarası münasibətlərin yaranmasına şərait yaradan da müəllimdir. Pedaqoji əks etdirmə prosesində müəllim özünü mövcud pedaqoji vəziyyətlə, pedaqoji qarşılıqlı əlaqənin bu və ya digər məzmunu ilə, tələbələrlə, həmkarları ilə, pedaqoji fəaliyyətin müxtəlif modelləri ilə, müxtəlif pedaqoji texnologiyalarla və s. ilə müqayisə edir.

Pedaqoji refleks “qarşılıqlı əks etdirməyi”, pedaqoji proses iştirakçılarının qarşılıqlı qiymətləndirilməsini, müəllimin şagirdlərin daxili aləminə “nüfuz etməsini”, onların inkişaf vəziyyətinin müəyyən edilməsini nəzərdə tutur.

Yuxarıda deyilənlərə əsasən ali məktəb müəlliminin qavrayış-reflektor qabiliyyətləri aşağıdakılardır: 1) obyektin hissi (real reallıq obyektlərinin tələbələrdə hansı reaksiya tapdığına,

eyni zamanda tələbələrin maraq və ehtiyaclarının nə dərəcədə aşkar edildiyinə, onların tələbləri ilə "üst-üstə düşdüyünə" müəllimin xüsusi həssaslığı. Bu həssaslıq empatiyaya bənzəyir və tələbələrin psixologiyasını tez asan və dərindən başa düşməkdə, müəllimin tələbələrlə emosional eyniləşdirilməsində və onların fəal məqsədyönlü birgə fəaliyyətində özünü göstərir); 2) ölçü və nəzakət hissi (müxtəlif pedaqoji təsir vasitələrinin təsiri altında tələbələrin şəxsiyyətində və fəaliyyətində baş verən dəyişikliklərin dərəcəsinə həssaslıq, hansı dəyişikliklər baş verir-müsbət və ya mənfi, hansı əlamətlərlə mümkün ola bilər); 3) iştirak hissi (müəllimin öz fəaliyyətindəki çatışmazlıqlara həssaslığı, tədris, elm və təhsil prosesinə tənqidi münasibət və məsuliyyət).

NƏTİCƏ

Müasir tədqiqatların elmi intellektinin təhlili əsasında ali məktəb müəlliminin fəaliyyətinin qnostik, kommunikativ, təşkilati kimi əsas komponentləri müəyyən edilir. Ali məktəb müəllimi funksiyalarının uğurla həyata keçirilməsi yalnız bütün komponentlərin formallığı şərti ilə mümkündür.

Yüz ildən də çox bundan əvvəl universitet qarşısında qoyulan vəzifələr bu gün də öz aktuallığını itirməmişdir. Müasir ali məktəb sosial-iqtisadi mühitdə baş verən dəyişikliklərə çevik reaksiya verə bilən, peşəkar fəaliyyətini yeni şəraitə tez uyğunlaşdıra bilən mütəxəssis hazırlığı kimi yeni sosial sifarişlə üz-üzədir. Belə bir sifarişi isə ali məktəbin peşəkar və səyyar professor-müəllim heyəti yerinə yetirə bilər.

Buna görə də, insanın sosiallaşması institutlarından biri kimi təhsil gözlənilir yüksək peşəkar mobillik dərəcəsi ilə əmək resurslarının hazırlanması və hər bir işçinin öz peşə biliklərini yeniləmək və ya ixtisasını dəyişdirmək ehtiyacı, habelə mədəni kimliyin tanınmasına kömək edən multikultural mühitdə şəxsiyyətlərarası münasibətlər mədəniyyətinin, xalqların politolerant şüurunun inkişafının və müxtəliflik dünyasının dərk edilməsinin göstəricisidir.

Müasir ali məktəbin müəllimi ali təhsil müəssisəsindəki pedaqoji fəaliyyətə yeni prizmadan baxmağa imkan verən biliklər toplusuna malik olmalıdır. Bu gün elmi biliklərin yeganə "sahibi" kimi müəllimin rolu getdikcə azalır, əvəzində onun tələbənin elmi informasiya aləmində naviqasiyasına kömək edən ekspert və məsləhətçi rolu artır. Nəticədə peşəkar mobilliyin inkişafı problemi aktuallaşır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı

Azərbaycan dilində:

1. İlyasov Müseyib (2018). "Müəllim peşəkarlığı və pedaqoji səriştəliliyin müasir problemləri". Monoqrafiya. "Elm və Təhsil", Bakı, 208 s.
2. İlyasov Müseyib (2013). "Müəllimin pedaqoji ustalığı" "Elm və Təhsil", Bakı, 216 s.

3. İlyasov Müseyib (2023). Pedaqoji prosesdə müəllim fəaliyyətinin texnoloji istiqamətləri. “Azərbaycan məktəbi” elmi nəzəri pedaqoji jurnal.№ 2.
4. Kommunikativ qabiliyyətlər. https://metodiktövsiyye.blogspot.com
5. Nəzərov Akif (2012). Müasir təlim texnologiyaları (Mühazirə xülasələri). Dərs vəsaiti. Bakı, 103 s.
6. Paşayev Talıb (2006). “Tarixin tədrisi: Tarixilik və müasirlik. Bakı, 280 s.
7. Pedaqoji texnologiyada müəllimin fəaliyyəti. https:// metodiktövsiyye.blogspot.com

Rus dilində:

8. Адольф В. А. (1998). Профессиональная компетентность современного учителя: монография / Владимир Александрович Адольф. – Красноярск: КГУ, 309 с.
9. Беспалько В. П. (1989). Слагаемые педагогической технологии / Владимир Павлович Беспалько. М.: Педагогика, 190 с.
10. Бондаревская Е. В. (2000). Теория и практика личностно-ориентированного образования: Монография / Евгения Васильевна Бондаревская. –Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 320 с.
11. Гринко В. О. (2021). Особенности педагогической деятельности преподавателя высшей школы в современной эпохе. https://core.ac.uk
12. Громкова М. Т. (1994). О педагогической подготовке преподавателя высшей школы / Майя Тимофеевна Громкова // Высшее образование в России, № 4. с. 349
13. Гузій Н. В. (2004). Педагогічний професіоналізм: історико-методологічні та теоретичні аспекти / Наталія Василівна Гузій. – К.: НПУ, 243 с.
14. Есарева З. Ф. (1975). Взаимодействие научной и педагогической деятельности преподавателя университета: Автореф. дис… д-ра пед. н. / З.Ф. Есарева. – Л., 20 с.
15. Кирдянкина С. В. (2011).Научно-методическое сопровождение профессионального роста учителя: Автореф. дис… канд. пед. н.: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Кирдянкина Светлана Владимировна // Дальневосточный гос. Гуманитарный ун-т-Хабаровск, 27 с.
16. Крягжде П. (1981). Психологическое формирование профессиональных интересов / П. Крягжде. – Вильнюс: Мокслас, 196 с.
17. Кузьмінський А. И. (2002). Післядипломна педагогічна освіта: теорія і практика: Моногр. / А.И. Кузьмінський. – Черкаси: Вид-во ЧДУ, 288 с.
18. Кухарев Н. В. (1990). На пути к профессиональному совершенству / Николай Васильевич Кухарев.– М.: Просвещение, 159 с.
19. Левина М. М. (2001). Технологии профессионального педагогического образования: Учеб. пос. /Мария Михайловна Левина. – М.: Academia, 270 с.
20. Маркова А. К. (1996). Психология профессионализма / А. К. Маркова. – М. : Междунар. гуманитар. фонд „Знание”, 308 с
21. Митина Л. М. (1995). Психология профессионального развития учителя: Дис... д-ра психол. н.: 19.00.07 / Лариса Максимовна Митина. – М., 408 с.
22. Сластенини В. А., Подымова Л. С. (1997). Педагогика: инновационная деятельность. Москва, Магистр, с. 221

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR INTERACTION-DRIVEN ADAPTIVE LEARNING USING MULTIMODAL BEHAVIORAL DATA

Res. Asst. AHMED ELFAGEIH
Eastern Mediterranean University, Faculty of education, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0009-0008-1977-9380
Prof. Dr. ERSUN İŞÇİOĞLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of education, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0000-0002-0637-7912
Asst. Prof. Dr. HÜSNÜ BAYRAMOĞLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of Computer and Information Sciences, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0000-0002-3577-612X

ABSTRACT

Adaptive learning systems aim to personalize instruction, yet many existing approaches rely primarily on performance outcomes such as quiz scores. These metrics provide limited insight into learners' real-time engagement, cognitive load, or modality preferences. This extended abstract presents a conceptual framework for *interaction-driven adaptive learning* that positions multimodal behavioral traces—such as time-on-content, scrolling depth, click activity, and navigation patterns—as primary indicators for modeling learner needs. Grounded in learning analytics and cognitive theory, the framework proposes a four-layer model consisting of Interaction Capture, Behavioral Interpretation, Learner Profiling, and Adaptive Recommendation. Each layer provides a theoretical foundation for mapping behavioral signals to engagement levels and preferred instructional modalities (text, video, or interactive content). The paper additionally outlines a reference architecture using React, Firebase, and Python services to illustrate the system's implementation feasibility within modern digital learning environments. As a theoretical study, this work does not include empirical validation; instead, it provides a structured model intended to guide the design of next-generation adaptive systems and inform future experimental research. By treating behavioral interactions as meaningful cognitive indicators, the proposed framework advances the understanding of how fine-grained user interactions can support dynamic and personalized learning pathways in scalable educational technologies.

Keywords: Adaptive Learning, Learning Analytics, Cognitive Load, Educational Technology

1. INTRODUCTION

Adaptive learning systems have become essential to contemporary digital education because of their ability to customize educational pathways to each learner's unique preferences, characteristics, and learning styles. To evaluate learners' knowledge levels, traditional adaptive systems mostly relied on assessments and accuracy patterns (Böck et al., 2025). Performance assessments can only show an overview of the learning process without highlighting the real-time interactions that learners have with the learning materials (Kovanović et al., 2015; Sun et al., 2023).

Learning analytics research has shown a focus on behavioral data gathered from the learners while interacting with the learning materials rather than relying on only the final outcomes (Siemens, 2013; Gašević et al., 2016). Behavioral data such as scrolling depth, click density, time spent, navigation sequence, and multimedia interactions provide valuable insights into cognitive processing, persistence and learner engagement. These metrics are essential for e-learning platforms where instructors direct access to monitor learners' behaviors.

The latest advancements in educational data mining have permitted collecting and analyzing large-scale learner interaction data. AI-driven personalization from learner modeling to content recommendation has shown progress in organizing learning pathways during the learning process (Doroudi & Brunskill, 2019; Lin et al., 2025). However, despite these advancements, many e-learning systems collect behavioral interaction data to be used as descriptive analytics rather than being the primary data for adaptive decision-making.

This paper addresses the gap in the research by proposing an adaptive learning framework that uses behavioral interactions as primary data. The framework integrates learning theories, and learning analytics with AI models. The contribution of this work provides clear structure on how interaction data will be captured, analyzed and transformed into adaptive recommendations.

2. BACKGOUND AND RELATED WORK

2.1 Adaptive Learning and Learner Modeling

Adaptive learning systems use observable data to customize learning paths and content for each learner. The importance of learner models in adaptive systems is highlighted by recent research, which emphasizes the necessity of representing learners' changing states, preferences, and behaviors across time (Böck et al., 2025). Although assessment-driven learner models are the foundation of many systems, current research indicates that behavioral data can significantly enhance the adaptivity of such systems.

Data mining and machine learning methods are being used in AI-driven adaptive learning systems to automate personalization choices (Doroudi & Brunskill, 2019; Su et al., 2025). However, these methods usually use performance indicators as their main inputs and favor forecast accuracy over interpretability. This restricts the system's capacity to react to shifts in cognitive effort and engagement during learning tasks.

2.2 Learning Analytics and Behavioral Interaction Data

Learning analytics has become a distinct field of study in order to comprehend and improve learning processes (Siemens, 2013). One of the main points of contention in the field is that learning analytics should focus on learning processes instead of just reporting results (Gašević et al., 2016).

The importance of behavioral interaction data has been shown in numerous research. For instance, it has been demonstrated that time-on-task is a significant yet intricate measure of learning and engagement, with its interpretation heavily reliant on measurement techniques and context (Kovanović et al., 2015). Learner success and engagement in online contexts have also been predicted using clickstream and navigation data (Pu et al., 2024; Johar et al., 2023).

By examining the timing and order of learner actions, temporal learning analytics expands on this viewpoint. These methods show patterns of strategic behavior and self-regulated learning that are hidden by static measurements alone (Sun et al., 2023). When taken as a whole, these results highlight how crucial behavioral data is to adaptive learning systems.

2.3 Multimodal Learning Analytics

Multimodal learning analytics (MMLA) aims to incorporate several data modalities in order to describe complex learner states including engagement, cognitive load, and affect (Spikol et al., 2018). Studies in this field show that integrating several behavioral indicators yields more reliable insights than depending just on one statistic.

Recent studies highlight the potential of interaction-level multimodality—such as combining time-based features, scrolling behavior, and media interactions—to capture significant learning signals in scalable online environments, whereas early MMLA research frequently depended on sensor-based data (Mangaroska & Giannakos, 2018; Luo et al., 2023). The importance of learning theory in interpreting multimodal data and avoiding simply data-driven interpretations is further highlighted by reviews of multimodal analytics research (Giannakos et al., 2023; Guerrero-Sosa et al., 2025).

2.4 Cognitive Load and Multimodal Interaction

A theoretical foundation for analyzing behavioral interaction patterns is provided by cognitive load theory. According to research, differences in cognitive load and processing difficulties are

linked to learners' interaction habits, such as frequent halting, repetitive navigation, or fast scrolling (Kirschner et al., 2018).

Further evidence that video engagement behaviors, such as pausing and replaying, mirror cognitive processing techniques during learning comes from multimedia interaction research (Kim et al., 2014). Similarly, learning strategies and the depth of processing of digital texts have been connected to scrolling activity (Park et al., 2019). The use of behavioral interactions as stand-ins for underlying cognitive states is supported by these findings.

2.5 Research Gaps

Despite extensive research, several gaps remain:

1. Behavioral interaction data is underutilized as a primary driver of adaptation.
2. Few frameworks explicitly integrate learning theory, behavioral analytics, and AI-driven personalization.
3. Limited guidance exists on mapping conceptual models to deployable system architectures.

The framework proposed in this paper addresses these gaps.

3. LIMITATIONS OF TRADITIONAL E-LEARNING SYSTEMS

Traditional e-learning methods have a number of established drawbacks. Since personalization happens only after assessments, adaptation is frequently postponed. Since engagement is still mostly unseen, it is challenging to tell disengaged students from highly effective ones. Systems usually assume linear learning routes that disregard individual variability and are insensitive to preferences for teaching modalities. These drawbacks emphasize the necessity of interaction-driven adaptive strategies that function continuously during educational sessions.

4. PROPOSED INTERACTION-DRIVEN ADAPTIVE LEARNING FRAMWORK

Table 1 – Conceptual framework of the adaptive learning system

Adaptive Learning System
Layer 1: Interaction Capture - Records clicks, scrolls, time spent, and navigation - Captures multimodal interaction traces
Layer 2: Behavioral Interpretation - Converts raw interactions into meaningful indicators - Detects engagement, overload, or confusion
Layer 3: Learner Profiling - Builds preference and engagement profiles - Tracks long-term behavior patterns
Layer 4: Adaptive Recommendation - Suggests text, video, or game-based content - Adjusts difficulty and sequence

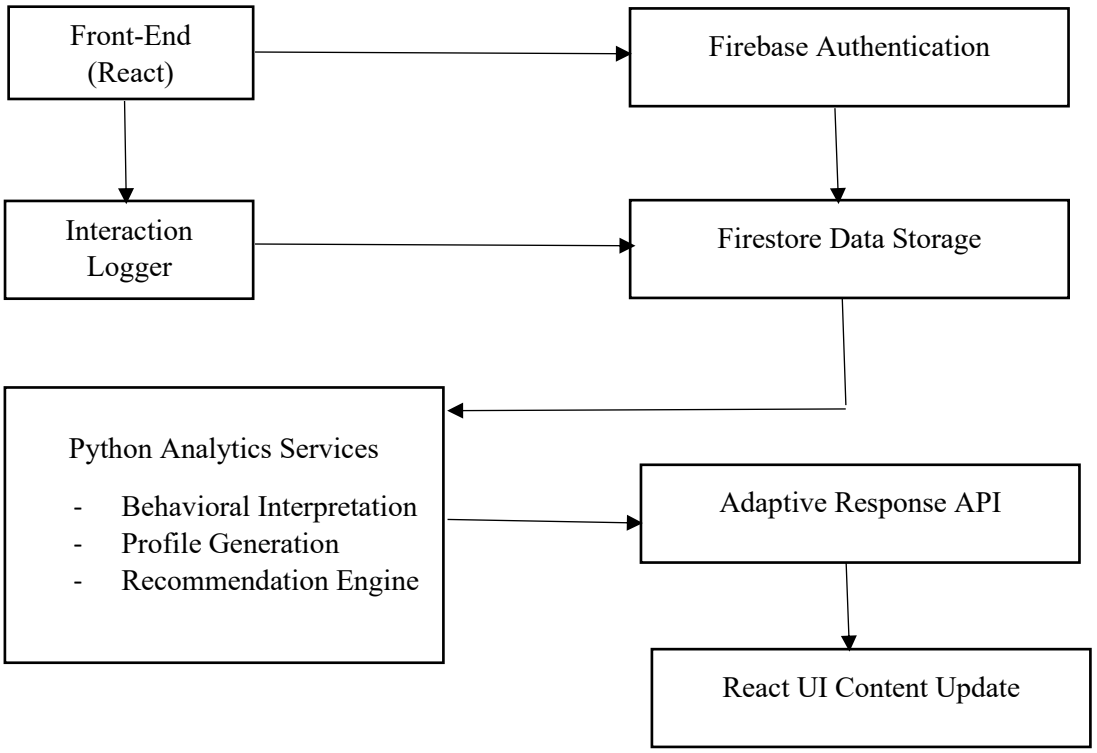
The proposed framework consists of four interconnected layers designed to transform raw behavioral data into adaptive instructional decisions:

1. **Interaction Capture Layer –** collects multimodal behavioral traces, including time-on-task, scrolling behavior, click patterns, navigation sequences, and media interactions.
2. **Behavioral Interpretation Layer –** maps raw interaction data to interpretable indicators such as engagement level, cognitive load, and learning strategy signals.
3. **Learner Profiling Layer –** aggregates interpreted indicators over time to construct dynamic learner profiles (Böck et al., 2025).
4. **Adaptive Recommendation Layer –** uses learner profiles to guide instructional adaptation, such as content modality selection, sequencing, and pacing (Doroudi & Brunskill, 2019; Su et al., 2025).

This layered design separates data collection, interpretation, modeling, and decision-making to recommend the suitable learning content for the learner, enabling flexibility and extensibility.

5. SYSTEM ARCHITECTURE OVERVIEW

Figure 1- High-Level System Architecture



This architecture demonstrates a feasible pathway for operationalizing the framework within modern web-based learning platforms.

6. MAPPING THE FRAMEWORK TO IMPLEMENTATION

Learner interactions, including time spent on material, scrolling depth, click frequency, navigation patterns, and video interactions, are recorded in real time in the system that is being implemented as an extension of this reseach. In line with learning analytics and multimodal research findings, these data are being examined using rule-based and statistical heuristics to infer engagement and cognitive load (Kovanović et al., 2015; Mangaroska & Giannakos, 2018). In order to facilitate adaptive recommendations like modality switching or content sequencing, behavioral indicators are combined to create learner profiles that capture modality preferences and engagement consistency. The design allows for the future integration of machine learning models, in line with AI-driven customization research, even though the current adaptations rely on interpretable rules (Doroudi & Brunskill, 2019; Lin et al., 2025).

7. IMPLICATIONS AND EXPECTED CONTRIBUTIONS

This work contributes:

1. A unified, research-oriented conceptual framework integrating theory, analytics, and system design.
2. A behavior-first perspective on adaptive learning personalization.
3. An explicit mapping from conceptual framework to implemented system architecture.
4. A foundation for future empirical validation and AI-driven personalization research.

CONCLUSIONS

A conceptual, interaction-driven framework for adaptive learning based on multimodal behavioral data was introduced in this research. It provides a scalable system architecture while combining knowledge from learning analytics, cognitive theory, and multimodal analytics. Future research should examine ethical issues surrounding data privacy in fine-grained learner monitoring, evaluate adaptive techniques, and experimentally validate behavioral indicators.

REFERENCES

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, 57(10), 1380–1400.
Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2016). Let’s not forget: Learning analytics are about learning. Computers & Education, 102, 150–167.
Kovanović, V., et al. (2015). Does time-on-task estimation matter? Journal of Learning Analytics, 2(3), 81–110.
Sun, J. C.-Y., et al. (2023). Temporal learning analytics to explore self-regulated learning. Frontiers in Psychology, 14, 1096337.
Mangaroska, K., & Giannakos, M. (2018). Learning analytics for learning design. IEEE Transactions on Learning Technologies, 11(4), 479–491.
Giannakos, M., Sharma, K., & Pijeira-Díaz, H. (2023). The role of learning theory in multimodal learning analytics. British Journal of Educational Technology, 54(5), 1551–1570.

Spikol, D., et al. (2018). Multimodal learning analytics. IEEE Transactions on Learning Technologies, 11(3), 299–310.
Luo, H., et al. (2023). Advances in multimodal learning analytics. Computers & Education: Artificial Intelligence, 4, 100132.
-Sosa, J., et al. (2025). A comprehensive review of multimodal analysis in education. Applied Sciences, 15(11), 5896.
Doroudi, S., & Brunskill, E. (2019). Educational data mining and AI-driven personalization. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 29(4), 568–598.
Böck, F., et al. (2025). Learner models: Design, structure, and applications. International Journal of Artificial Intelligence in Education.
Pu, S., et al. (2024). Predicting student success using clickstream data. Journal of Educational Data Mining, 16(1), 1–28.
Johar, N. A., et al. (2023). Learning analytics on student engagement. Sustainability, 15(10), 7849.
Lin, K.-Y., et al. (2025). Human-centered AI in adaptive learning systems. Journal of Systems and Software, 210, 112098.
Su, M., et al. (2025). Choice-making in adaptive learning systems. npj Science of Learning, 10(1), 12.
Kirschner, F., et al. (2018). Cognitive load and learning behavior patterns. Educational Psychology Review, 30(2), 401–421.
Park, Y., et al. (2019). Investigating learning strategies via scroll behavior. Computers & Education, 129, 1–15.
Kim, J., et al. (2014). Understanding video learning interaction patterns. IEEE Transactions on Learning Technologies, 7(4), 315–327.
Settles, B., et al. (2020). Machine learning-driven recommendation in education. Journal of Machine Learning Research (Education Track).
T., et al. (2025). Behavioral modeling in online learning environments. Computers & Education, 201, 104814.

ASSESSMENT OF EMOTIONAL ANXIETY AMONG STUDENTS IN SCIENCE PRACTICAL CLASSES: A CASE STUDY OF UMARU SANDA AHMADU COLLEGE OF EDUCATION, MINNA

ABDULLAHI, Muhammad Kobo
NURATANKO, Zaınab Nasko
Biology Department School of Secondary Education Sciences
Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Minna
MUSA, Abdulrasheed Ibn
Biology Department School of Sciences
College of Education Akwanga, Nasarawa State.

ABSTRACT

This study investigates the emotional anxiety experienced by students during science practical classes at Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Minna. A descriptive survey design was employed, with data collected from science lecturers via a structured online questionnaire. The instrument used a five-point Likert scale to assess anxiety levels, perceived causes, and academic impact. Descriptive statistics (mean and standard deviation) were applied for analysis. Results indicate a moderate level of student anxiety (mean = 3.69), characterized by initial nervousness, apprehension about handling equipment, and a pronounced fear of making errors. Lecturers strongly agreed that structural and pedagogical factors are primary contributors (mean = 4.04), with limited prior practical exposure identified as the key driver. This is exacerbated by psychological factors, including fear of negative evaluation and low confidence in scientific concepts. Anxiety demonstrated a significant negative impact on learning (mean = 3.70), reducing willingness to participate, impairing the ability to follow instructions, and leading to poorer assessment performance. The most strongly endorsed mitigation strategies were pedagogical and relational (mean = 4.28), such as providing clear step-by-step guidance, increasing low-stakes practice, and fostering a supportive teaching environment. Recommendations include implementing scaffolded pre-laboratory training to address experience gaps and prioritizing pedagogical clarity and psychological safety to reduce evaluation fears. These findings offer an evidence-based framework for designing targeted interventions to bolster student confidence and enhance practical learning outcomes.

Key Words: Emotional Anxiety, Science Practical Classes, Pedagogical Factors, Student Performance, Intervention Strategies

ANTI-CORRUPTION EDUCATION

Mai'latul KHOİRİYAH
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-5708-1577
Lita Dwi ARİYANTİ
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0013-0230
Hendri Hermawan ADİNUGRAHA
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8394-5776
Ade GUNAWAN
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-1780-2831
Rıa Anisatus SHOLİHAH
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4113-7284

ABSTRACT

Almost every day news about corruption appears. Corruption, which has become commonplace in the country, is already very concerning. Anti-corruption education is one of the pillars in efforts to eradicate corruption which until now is still a disease that infects almost all lines of life of the Indonesian people. This research focuses on the implementation of anti-corruption education learning in educational institutions as a form of efforts to prevent corruption from an early age. The purpose of this study is to determine the meaning of corruption, forms of corruption, understanding of anti-corruption, anti-corruption values, and learning methods that can be carried out in the implementation of anti-corruption education learning in educational institutions. The method used in this study is a qualitative method. The source of this research data was obtained through the study of book references relevant to the research topic. Data analysis in this study used content analysis techniques from existing reference sources. The conclusion of this study is that corruption cannot be eliminated but can be prevented by the implementation of anti-corruption education learning. Anti-corruption education is a conscious and systematic effort given to students in the form of knowledge, values, attitudes and skills needed so that they are willing and able to prevent and eliminate opportunities for corruption to develop. With the implementation of anti-corruption education learning that is carried out consistently and continuously, it will foster children's personality attitudes. Basically, a person's personality does not appear instantly but through a process.

Keyword : Corruption, anticorruption, and education.

E- PENYEBAB BANYAK TERDAPATNYA KOSAKATA BAHASA ARAB DALAM BAHASA INGGRİS F-

M. Wildanur RIZQI
Faculty of Teacher Training and Education, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-5707-8648

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan sebab-sebab mengapa banyak ditemui kosakata ahasa Arab dalam bahasa Inggris. Penelitian ini menggunakan metode Literature Review. Sumber data utama dari penelitian ini berasal dari buku, jurnal, dan manuskrip lainnya yang relevan dan berkaitan dengan penyebab mengapa banyak ditemui kosakata bahasa Arab dalam bahasa Inggris. Kajian literature penelitian ini menyimpulkan bahwa ada banyaknya kosakata bahasa Arab yang digunakan dalam Bahasa Inggris dikarenakan oleh pengaruh sejarah, perdagangan, dan kebudayaan. Diketahui sejak abad ke-7 hingga ke-13, peradaban Arab mengalami masa keemasan dalam bidang sains, matematika, filsafat, dan sastra. Selama masa itu, bahasa Arab menyebar ke seluruh wilayah, dan memasuki bahasa Latin, Bahasa yang digunakan oleh penduduk setempat, dan selama beberapa abad berikutnya, pasukan pimpinan Kristen menguasai semenanjung. Karena itu, banyak kosakata bahasa Arab yang diadopsi ke dalam bahasa Inggris melalui bahasa Latin atau bahasa-bahasa Eropa lainnya yang telah terpengaruh oleh bahasa Arab. Sebagai hasilnya, bahasa yang digunakan di sana telah selamanya dipengaruhi oleh Bahasa Arab hingga saat ini. Ketika bahasa Latin mulai mempengaruhi bahasa Inggris, beberapa kata Arab diteruskan. Kosakata bahasa Arab juga banyak digunakan dalam bahasa Inggris karena pengaruh Islam. Islam adalah agama yang berkembang dari Arab, dan banyak kata yang terkait dengan keagamaan, seperti mosque (masjid), Quran (Alquran), dan hajj (haji), berasal dari bahasa Arab. Angka Arab diabadikan oleh ilmuwan muslim melalui tulisan mereka yang kemudian menjadi rujukan banyak ilmuwan Eropa. Kini, kosakata bahasa Arab yang digunakan dalam bahasa Inggris masih terus berkembang, terutama dalam bidang teknologi dan sains, seperti algorithm (algoritma), zero (nol), alkaline (alkali) dan masih banyak kosakata lainnya.

Keywords: kosakata, Arab, Inggris, Eropa

GAPOKTAN INSTITUTIONS PERFORMANCE AS SOCIAL FORESTRY PERMIT HOLDER IN SUPPORTING SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

Kaifa UMA
Indra Gumay FEBRYANO
Christine WULANDARI
Hari KASKOYO
Susni HERWANTİ
NOVRIYANTI
Dian ISWANDARU
Arief DARMAWAN
Yulia Rahma FİTRİANA
Rahmat SAFE'İ
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung
Master of Forestry, Universitas of Lampung
Master in Environmental Science, Universitas of Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145 Indonesia

ABSTRACT

The Gapoktan institutions is the rule of thumb to regulate the activities of members to support Sustainable Forest Management (SFM). The purpose of this study was to analyze the institutional performance of Gapoktan as a Social Forestry permit holder to support Sustainable Forest Management. Data was collected by interview and literature study. Data analysis was carried out using a literature study with several references related to the object variables used. The results showed that the existence of SFM on the institutional performance of Gapoktan cannot be separated from three aspects, namely Ecological, Economic, and Social aspects. Ecological Aspects can help maintain sustainable forest productivity. The economic aspect provides tangible benefits, namely the use of forest products by the community as additional economic income. The Social Aspect reflects the relationship between forests and social activities to improve community welfare. The application of these three aspects to the institutions performance of Gapoktan needs to be improved so that forest management can be sustainable.

Keywords: Institutions, community forestry, social forestry, sustainable forest management.

ANALYSIS OF *STRUCTURE EQUATION MODELING* (SEM) ON SOCIAL DETERMINANTS OF HEALTH, ERADICATION PROGRAM, ENVIRONMENT AND HEALTH SERVICES ON MALARIA ELIMINATION STATUS IN RAJABASA DISTRICT, SOUTH LAMPUNG, INDONESIA

Budi RIYANTO, Jhons Fatriyadi SUWANDI,
***Dyah* Indriana KUSUMASTUTI, *Samsul* BAKRI, *Betta* KURNIAWAN**
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Univeristas Lampung Jl. Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35141

ABSTRACT

Malaria is one of the public health problems that could cause a fatality, especially towards children and pregnant women, in addition to malaria also directly causes anemia and can reduce work productivity. Rajabasa District is one of the areas in South Lampung Regency which is a malaria endemic area, based on Annual Parasite Incident (API) data in South Lampung for the last 3 (three) years, Rajabasa District has the highest number of malaria cases in South Lampung Regency, namely 6 ,9% in 2019, 3.18% in 2020, 0.5% in 2021. Malaria prevention and eradication efforts are a very decisive step in the malaria elimination strategy, in eradicating efforts there needs to be cross-sectoral and cross-programme collaboration, because in preventive efforts to eradicate malaria, it requires cooperation support from various institutions such as cross-program, cross-sectoral, NGOs, community empowerment and advocacy support from budget allocations. Therefore, it is important to link the regional malaria elimination status based on social determinants of health, eradication programs, environment and health services through SEM analysis in Rajabasa District. Respondents from this study were 16 people from each village in Rajabasa District. The research variable consisted of the dependent variable, namely Social Health, Eradication Programs, Environment and Health Services, and the independent variable in the form of malaria elimination status (API). Data were collected through interviews and observations and then analyzed with *Structural Equation Modeling* using SPSS and SmartPLS 4 software. The results showed that the determinants of the Eradication Program, Environment and Health Services significantly affected the malaria elimination status (API) with a P-Value of 0.000 (< 0.005)

Keywords: Malaria Elimination, Social Health, Eradication Program, SEM

SURGICAL MANAGEMENT OF INTESTINAL FISTULA IN A GOAT- CASE REPORT

PG Scholar, Manju A.
Assistant professor, Tina Roshini.
Assistant professor, Gurunathan N.
Department of Veterinary surgery and Radiology, Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Puducherry-605009

ABSTRACT

A 1.5 year old goat weighing around 23 kg was presented to the department of veterinary surgery and radiology with a history of dog bite and leaking of feed content on the left flank for the past 10 days. On clinical examination, a two inch depth punctured wound with contaminated feed material was observed on left flank. All other vital parameters were within normal range. Animal was anaesthetized using inj. xylazine @ 0.1 mg/kg b.wt iv and inj. 2% lignocaine hydrochloride was infiltrated around the surgical site. Under aseptic precaution, a 5 cm long incision was made cranial and caudal to the puncture wound on left flank. Muscle layers were incised and adhesions between the layers were cleared. On exploration, tear was noticed in the jejunum. Site was lavaged with inj. Metronidazole. Intestinal tear was apposed using catgut size 2-0 in simple interrupted pattern. Peritoneum, abdominal muscles and subcutaneous tissue were closed separately by simple continuous pattern using catgut size-1. The skin was apposed by cross mattress using silk size 0. Post-operative treatment included inj. DNS @ 5 ml/kg b.wt, b.i.d, inj. Streptopenicillin @10mg/kg b.wt and inj.meloxicam @ 0.5mg/kg b.wt was given after surgery for 5 and 3 days respectively. Sutures were removed on 10th day post operatively. Animal recovered uneventfully.

Keywords: Goat, Intestinal fistula, xylazine

SURGICAL MANAGEMENT OF ENTROPION BY COMBINATION OF HOTZ-CELSUS AND Y-to-V PLASTY TECHNIQUE IN A BULL DOG

Dr. S. Tina ROSHİNİ
Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research

ABSTRACT

Entropion in Bulldog is an inward rolling of the eyelid edges and is common to the breed. A 10 months old male Bull dog was presented with the history of excessive lacrimation and inability to open the right eye for the past one month. On clinical examination, the dog showed signs of blepharospasm, epiphora and inward rolling of eyelids edges in both the upper and lower eyelids of the right eye. On ophthalmic examination, Schirmer tear test values were 22 and 12 mm/ min in the right and left eye, respectively and the other parameters were found to be within the normal range. The dog was anesthetised using diazepam at 0.5 mg/kg intravenously and propofol at 4 mg/kg intravenously. A crescent shaped piece of skin was removed 2 cm away from the boarder of the upper eyelid sufficient enough to correct the inversion. The defect was closed using polyamide 1-0 by simple interrupted suture pattern 2 to 3 mm apart. A Y-to-V plasty was performed on the lower eyelid, a Y shaped incision was closed in V shaped pattern to correct the everted eyelids. Post operatively topical and oral antibiotics were administered. On 10th post operative day, the sutures were removed and healing of wound was noticed.

Keywords: Entropion, Bull dog, Hot-Celsus procedure, Y to V plasty.

HYERS-ULAM STABILITY OF SEQUENTIAL NEUTRAL FRACTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Ahlem ADOUI
University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics, Annaba, Algeria
Rabah KHALDI
University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics, Annaba, Algeria
ORCID ID: 0000-0002-6462-4424
Assia GUEZANE-LAKOUD
University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics, Annaba, Algeria
ORCID ID: 0000-0002-5280-2633

ABSTRACT

Fractional differential equations have received considerable attention recently. This is because of their accurate modeling of many real world phenomena. There exists an increasing number of papers on the theory of existence-uniqueness and stability of such equations. In this work we are interested in an initial value problem with infinite delay, involving derivatives of sequential [1] fractional Riemann-Liouville type. The proofs are carried out through the Banach contraction principle together with a generalized Gronwall inequality.

Keywords: Fractional Neutral Differential Equations, Infinite Delay, Existence-Uniqueness, Hyers-Ulam Stability

REFERENCES

[1] Miller K.S., Ross B. (1993). An Introduction to Fractional Calculus and Fractional Differential Equations. Wiley, New York.

POLICIES FORMULATION ON FISHERIES RESOURCES MANAGEMENT AT MUARA GADING MAS, LABUHAN MARINGGAI, EAST LAMPUNG

Rizka Helisia PUTRI
Master Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Abdullah Aman Damai SUPONO
Master Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, University Lampung
Indra Gumay FEBRYANO
Master Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University Lampung
Graduated Program of Forestry, Faculty of Agriculture, University Lampung
Master Program of Environmental Science, University Lampung
Henky MAYAGUEZZ
Master Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Master of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, University Lampung

ABSTRACT

Muara Gading Mas Village is a coastal village in Labuhan Maringgai District, it has a high potential in fishing resources supported by a Fish Auction Place (TPI) at the provincial level as a place for marketing and distribution of catches. This research was done in August 2022 in Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung. This research aims to analyse the role and purpose of Fish Auction Place in Muara Gading Mas Village. The method used in this research is observation and interview. The informant in this research consists of the head and the staff of the Fish Auction Place, and the fishermen around the coast. The analysis of this research is using descriptive research method.

The result of this research shows the role and the purpose of the Fish Auction Place in Labuhan Maringgai have not run optimally. These problems are mainly caused by two factors; internal and external. The internal factors include the total staff is not enough to serve the needs of fishing activities and control the field, the lack of facilities and infrastructure, the decline of fish population and unpredictable weather conditions. The external factors are the government policies that are less optimal, sea boundaries are not clear enough, the division of fishing areas based on fishing gear is not clear enough, and the fishermen's habits - having a debt to middlemen make the TPI not run optimally.

Thus, to increase the role and purpose it is needed to add several field supervisors to make sure the fishermen carry out the loading-unloading activities at the TPI, also, enhancing the cooperation with Koperasi Unit Desa (KUD) so that the fishermen able to get proper fund to do fishing-catching activity without going through the middleman.

Keywords: Fish Auction Place, Fishing-catching activity, Labuhan Maringgai

1.PRELIMINARY

Muara Gading Mas is one of the hamlets located in the Labuhan Maringgai sub-district, East Lampung Regency which has almost all community activities as fishermen. In general, the village is still dominated by small-scale fishermen. The fishery sector is one of the biggest contributors to the economic growth of Muara Gading Mas village, in terms of the catch, there are many types of fish commodities that are obtained to be marketed by fishermen.

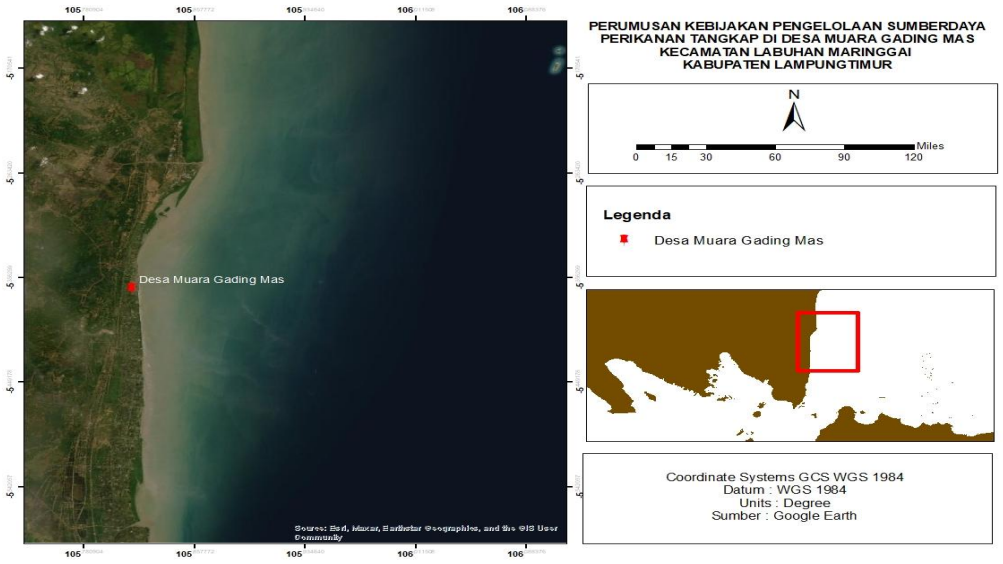
The Labuhan Maringgai Fish Auction Place (TPI) is located in the Labuhan Maringgai Port, where fishermen auction off or sell their catch to middlemen and retailers. The marketed fish are not auctioned because the results are directly sold to traders and consumers by ordering directly from agents at a specified price. The Fish Auction Place (TPI) is only used as a means of landing and auctioning fish in the village. However, there was no auction process.This fish auction place (TPI) has facilities that have not been used optimally, in addition there are facilities that are not yet available and not adequate to operate as well as possible. Management of activities at fish auction sites (TPI) is one of the activities in a fishing port which is included in the group of activities related to fish landing and marketing.

Fish auctions have an important role in creating a conducive climate for fish marketing. Fish auction is an activity at a fish auction place to bring together sellers and buyers so that there is a mutually agreed upon price of fish (Dwiyanti, 2010). The purpose of this study is to describe the function, purpose and management of fish auction sites (TPI) in supporting fishing activities in Muara Gading Mas Village.

2.RESEARCH AND FINDINGS

2.1.Research Studies

This research was carried out from August 1 to August 31, 2022 at the Fish Auction Place (TPI) in Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. The location determination was carried out purposively with the consideration that the fish auction place was the closest location to the research location.



2.1 Research Site Map

The method used in this research is a case study method, namely conducting an in-depth study of the object of research by observing the fish auction place (TPI) Labuhan Maringgai. Data was collected by using questionnaires as a means of collecting basic data and other supporting data. The informants in this study consisted of people who were directly involved in the fish auction place (TPI), the informants in this study were the head of the fish auction place, the staff of the fish auction place and the fishing community at the fish auction place.

The data collection technique used in this study was by conducting interviews with each informant in this study and direct observations in the field. The data collected consists of primary data and secondary data. Analysis of the data used in this study using descriptive analysis to answer the research objectives.

2.2.Demography of Muara Gading Mas

Muara Gading Mas village was originally filled with mangrove forest fires, over time this village turned into a densely populated settlement. According to local people's stories, the villagers originally came from Banten, Seputih Branch and some came from other areas, namely from South Sumatra, Jambi, Makassar and Indramayu.

This village has a total area of 654.5 hectares with the northern boundary bordering Sriminosari Village, East bordering the Java Sea, southern bordering Bandar Negeri Village and directly adjacent to Tanjung Aji Village. Geographically, it has a land height of 2M above sea level, has a rainfall of 250 mm, a lowland topology, black, white and peat soil types and has an average air temperature of 28˚-30˚C. The distance from the district government center is 2 km, while the distance from the center of East Lampung Regency is 60 km and the distance from the center of Lampung Province is 121 km. Meanwhile, the population in Muara Gading Mas Village is a

total of 10,449 people, with the distribution of 5,549 men, 4,900 women, while the total Fishery Household (RTP) is 1,550 people. And has a variety of ethnic groups consisting of 62% Javanese, 22% Bugis tribes, Padang tribes and others 10% of the total number of family heads in Muara Gading Mas Village. In addition, the East Lampung Region, one of which is Muara Gading Mas Village, has two fishing seasons which are commonly referred to by local residents, namely the Bratan and Timuran seasons. The western season occurs from April to October, where the condition of the sun is in the northern hemisphere, so that the Asian continent is hotter than the Australian continent. As a result, in Asia there are centers of low air pressure, while in Australia there are centers of high air pressure which causes winds from Australia to Asia. In Indonesia, there is an east monsoon in the southern hemisphere and a southwest monsoon in the northern hemisphere where in this season fishermen can almost get various kinds of abundant fish.

Meanwhile, from May to September, the East season generally occurs in the first half of the year dry land winds blow and the next half year wet sea breezes blow. In Indonesia, this wind is the Northeast monsoon in the Northern Hemisphere and the West monsoon in the Southern Hemisphere. Because these winds pass through the Pacific Ocean and the Indian Ocean, they carry a lot of water vapor, so that in general there is a rainy season in Indonesia. The rainy season covers all parts of Indonesia, it's just that the distribution is uneven. The more to the east the rainfall decreases because the water vapor content decreases so that the weather conditions and fish stocks are not as good as the western season, so fishermen take advantage of this month to repair fishing gear and also repair boats for fishing.

2.3.Activities of Fish Auction Places (TPI)

Fish auction is an activity at a fish auction place to bring together sellers and buyers so that there is a mutually agreed upon price of fish (Dwiyanti, 2010). Activities of Fish Auction Place (TPI) Labuhan Maringgai which concerns the role of production, distributors and fishing activities. The activity of auctioning fish caught on land at the fish landing site at the landing site building and fish auctions that take place every day, fishing boats that have been docked immediately unload the catch to be brought to middlemen. The facilities used during landing activities are only the docks. The fishermen who land fish at the Labuhan Maringgai TPI are not only from the village, but many fishermen also come from outside areas such as Jakarta and the Gulf, the reasons why they prefer Labuhan Maringgai TPI are various . Fishing gear used by fishermen to catch fish such as Gill Net, Rawai, Sondong, Arat, and Payan which are used by fishermen to catch fish so that the fish obtained are various fish catches such as tuna,

mackerel, mackerel, squid, shrimp, machetes, rays and others depending on the season the fish are present.



2.2 Commodities Catched by Fishermen

2.4.Function of Fish Auction Place (TPI)

The function of the Fish Auction Place is to assist the activities of fishermen who want to sell fish quickly and at a good price and to accommodate fishermen's fish catches. In addition, the Fish Auction Center can also help fishermen to learn to save to face risks when their income or income from fishing decreases. Several risks that often occur make the TPI stall and not function because there are no fish from fishermen (Andriati, 2012).

The Fish Auction Place has changed its function as a place that is considered by the community to be more profitable, for example as a place for stalls, shop houses and other economic places (Hakim, 2016). The main function of the Fish Auction Place (TPI) is as a supporting infrastructure for fishermen's activities to carry out fishing activities at sea. Handling and processing of caught fish and marketing for the fish they catch as well as a place to supervise fishing vessels. (Suwaib Amirrudin 2014).

According to Sajid (2015), the functions of TPI include streamlining marketing activities with the auction system, facilitate the development of the quality of fish caught by fishermen, facilitate the collection of statistical data. However, the facts on the ground are that the state of the Labuhan Maringgai TPI is that the TPI's marketing activities for the catch are not auctioned,

because they are directly sold to middlemen so that the auction process does not run. This is because the fishermen generally borrow capital from the middlemen so that in payment they use the catches obtained by the fishermen and the selling price of the catch is determined by the middlemen.



2.1. Labuhan Maringgai Fish Auction Place

2.5 Destination of Fish Auction Place (TPI)

The purpose of making a fish auction place is as a meeting place for buyers and sellers of fish. The seller in this case is the fisherman who has caught the fish. The government built this fish auction place to protect fishermen so that they get the best price for their catch at sea.

1. As an infrastructure for fishermen's activities to carry out fishing activities
2. As a place for processing catches and marketing for fishermen
3. As a place for monitoring fishing vessels

The real aim of the Fish Auction system at TPI is to find as many potential buyers as possible to sell their catch at a profitable price level without harming the collectors. Various activities that can be carried out at TPI to achieve the expected goals include:

1. Increase the interest of the fishing community to conduct buying and selling transactions at TPI.

2. Increase the number of collectors or wholesalers handling the catch.

3. Improving the function and role of KUD as an economic organization and able to act as a marketing buffer.

The main objective of establishing TPI is to attract a number of buyers, so that fishermen can sell their catch as short as possible at a good price and can create a healthy market through pure auctions. Based on the existing TPI functions, the objectives and targets to be achieved by TPI Labuhan Maringgai based on the results of interviews have not been carried out properly and have not been able to increase ship productivity and fishermen's income.

2.6 Conclusion

Conclusions from the results and discussion of this study are as follows:

The role and function of the existence of a fish auction place (TPI) in Labuhan Maringgao has not carried out the actual functions, goals and benefits and has not yet been felt by the surrounding community. Which is where the function of the TPI which is supposed to be as a fish auction and seen in the field is only as a landing place for the caught fish so that the operation of the fish auction is not carried out as it is known properly.

There needs to be changes that occur, so as to improve the quality of Fish Auction Places (TPI). Furthermore, the fish auction mechanism is not properly implemented by the TPI management, so that the Fish Auction Place (TPI) has not been maximized and has not run optimally. The organization has also not gone well because there is no full budget from the government for the Fish Auction Place (TPI).

BIBLIOGRAPHY

Amirrudin Suwaib. 2014. *Retribusi Tempat Pelelangan Ikan sebagai sarana pelayanan publik*, Kabupaten Serang.

Andriati, Retno. 2012. *Antropologi Maritim*. Surabaya: PT. Revka Petra Media

Dwiyanti H. 2010. Kajian Pengelolaan Aktivitas Pelelangan Ikan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu Sukabumi Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

THE ROLE OF GOVERNMENT IN REALIZING A FAIR ISLAMIC ECONOMY

Zahrotul KAROMAH
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid
ORCID: 0009-0003-2600-2645
Laılatul Sucı KHATI
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid
ORCID: 0009-0002-5918-648X
Reıhan Kurnıawan HUSODO
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid
ORCID: 0009-0009-3204-1759
Jıvan PRAMANA
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0009-0003-1014-0664
Shınta Dewı RISMAWATI
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0000-0002-3094-4542
Hammad Sultan MUBAROK
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0000-0002-6168-0439

ABSTRACT

First, the function of the state in Islam (1) the rationalization system used by the state to determine the relevance, usefulness and efficacy of political decisions and the process of making them. (2) the realm and scope of an Islamic state includes worldly affairs as well as affairs of the afterlife. In community life, it cannot be separated from the responsibility of the government which tries to regulate and improve the welfare of society. There is also the role of the government in the economy (1) monitoring the main factors driving the economy, (2) stopping prohibited muamalah, (3) fixing prices if necessary. Second, the role of government in an Islamic economy has a solid rational basis. In the Islamic view, the role of government is based on several arguments. (1) Derivation from the concept of caliphate; (2) The consequences of collective obligations (fard al-kifayah), and finally, market failure in realizing falah. In a conventional economy, the government has few tools to correct market failures and increase microeconomic efficiency. There are ways of government involvement, namely: (1) provision, (2) subsidies or taxation, and (3) regulation. The government also plays an important role in economic growth through various measures related to public goods. Third, scope, the government's role covers broad aspects, especially efforts to realize sharia economic goals in general and efforts to realize the sharia market concept. In the foundation of Islamic economics, the government plays an important role in creating social welfare. And in a conventional economic system, the government's role is more limited and tends to follow free market

principles. Fourth, economic goals in Islam, namely (1) Achieving the economic capacity needed to strengthen the state, (2) Striving to ensure general economic satisfaction and increasing welfare (3) Maximizing the benefits of the public domain, its expansion and use for the benefit of everyone. And four main elements or principles that can provide a picture of public administration characterized by good governance, namely accountability, transparency, openness and the supremacy of the law. Fifth, Sharia economic and financial landscape in Indonesia (1) Bank Indonesia (BI); (2) Financial Services Authority (OJK); (3) National Zakat Amil Agency (BAZNAS); (4) National Sharia Council (DSN); (5) Indonesian Waqf Board (BWI). Sixth, KNEKS strategy in developing the sharia economy in Indonesia (1) strengthening halal values (2) strengthening sharia finance (3) strengthening micro, small and medium enterprises (4) strengthening the digital economy (5) strengthening fatwas, regulations and governance (6) strengthening HR literacy, research and development.

Keywords: Sharia Economy, Government, Sharia Finance, Economy

INTRODUCTION TO THE PHILOSOPHY OF SCIENCE

Emiliana RACHMA
ORCID ID: 0000-0002-6595-1697
Adelia AYUMARISKA
ORCID ID: 0009-0005-2611-7105
Afiyatul SAKINAH
ORCID ID: 0009-0007-0642-2983
Muhammad Sultan MUBAROK
ORCID ID: 0000-0002-6168-0439
Ade GUNAWAN
ORCID ID: 0000-0001-8479-0641
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

Philosophy is the view of life of a person or group of people which is the basic concept of the life they aspire to. The philosophy of science is a philosophy that explores and investigates as deeply and widely as possible everything about science, especially its essence, without forgetting its methods. Philosophy of science is a process of uniting the metaphysical with the physical, uniting the metatechnical with the technical, uniting the macro with the micro, uniting the general with the particular. The philosophy of science is seen theoretically, which is intended to explain these three issues which are commonly called ontology, epistemology and axiology of science. This paper aims to find out what is meant by knowledge that is structured systematically using predetermined methods and predetermined conditions, which is called science, knowledge that is described in the philosophy of science, epistemology, ontology and axiology. The method used is literature study with a qualitative approach. The data sources in this research were obtained through reviewing various references such as books, journal articles, the internet and other sources relevant to the research topic. Data analysis in this research uses content analysis techniques from existing reference sources. The research results show that the philosophy of science also plays an important role in Islamic economics by exploring aspects of epistemology and ontology that underlie Islamic economic thinking. Islamic economics methodology includes research that integrates Islamic principles with conventional economics methodology to produce knowledge that is in accordance with Islamic values. Overall, this introduction to the philosophy of science helps understand the theoretical and methodological foundations underlying Islamic economics, which is a complex and important field of study in the context of the economic and social development of Muslims.

Keywords: Science, Philosophy, Ontology, Epistemology, Axiology

ISLAMIC ECONOMY WITH ITS GOAL AS A BENEFIT OF MANKIND IN INDONESIA

Zulfatus SAROYA, Anisa KAMILA, Tri Ayu WIDYASTUTI,
Achmad Tubagus SURUR, Muhammad Sultan MUBAROK
UIN. KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

Islamic economics was formed with the aim of providing welfare for Muslims. This can be proven by the Islamic economic process that not only focuses on profit, but also thinks in improving the welfare of all parties involved in the economic process. So it can be ascertained that if Islamic Economy is applied in all aspects of the national economy, it will provide progress for all economic actors. Even so, in fact Islamic economics has not been able to be applied thoroughly for various reasons, such as the name which is synonymous with religion, causing conflicts because it is seen as siding with one religion only. This study aims to find out the reasons why Islamic economics has not been fully implemented in Indonesia after knowing that the purpose of Islamic economics is as a problem. The research method used is qualitative analysis with a literature study approach, the sources listed in this study are the results of previous researchers with the addition of the latest analysis that is still related to the research theme. The results of the study were obtained if Indonesia still has not implemented Islamic economics because Indonesia is known for diversity, so that if fully implementing Islamic economics will be considered inclined to one religion, so to avoid conflict, Indonesia applies conventional economics that is accepted by all Indonesian people, but disamoing, Islamic economics still continues to be applied although not completely.

Keywords : Islamic Economics, Maslahah, Ummah

ANALYSIS OF THE "IFFA SYAR'I" BOUTIQUE BUSINESS FEASIBILITY STUDY

Ulqiya Rohmatun WAFIROH
ORCID ID: 0009-0004-9884-104X
Muhammad Taufiq ABADI
ORCID ID: 0000-0001-9705-7756
Muhammad Sultan MUBAROK
ORCID ID: 0000-0002-6168-0439
Wilda Yulia RUSYIDA
ORCID ID: 0000-0001-9756-2197
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

Consumption of Muslims in Indonesia continues to increase and grow as the number of Muslims worldwide continues to grow. This has a positive effect on sharia business, one of which is the Muslim fashion sector which ranks third in the amount of consumption. But unfortunately the increase is not balanced with the development of a good Sharia business environment in the country. This research was conducted to find out the feasibility of Craftaf's pioneering Sharia business engaged in the Muslim fashion sector. Business aspects that have been determined based on business needs and the results of Strength, Weakness, Oportunity and Threat analysis in the Muslim fashion sector. Research uses partispative internal observation methods to collect data on production and financial aspects. In addition, it uses interview methods for aspects of human resources, finally surveys and external observations for marketing aspects. With results on every fully feasible aspect, the study was presented with a descriptive qualitative approach. In addition to the results of this research craftaf has been in accordance with sharia provisions and has sustainability to run the business in the future.

Keywords: Feasibility study sharia, production, marketing, human resources, financial

1.INTRODUCTION

Islam is the majority religion in Indonesia, almost 87.2% of the population is dominated by Muslims. The large population influences the economic potential of the people in Indonesia, the amount of zakat reaches hundreds of trillions, not to mention the development of the santri economy or the Muslim economy (Wirjawan & Al Hadar, 2021). This is also supported by increased consumption by the Muslim community both globally and nationally.

Based on The State of The Global Islamic Economy Report (2020), the spending or consumption level of Muslims is estimated to reach $2.3 trillion in 2024, at a Cumulative Annual Growth Rate (CAGR) of 3.1%. The level of consumption that occurred in Indonesia during the Covid-19 pandemic shifted through digital platforms where there was an expansion

of activity. This expansion is dominated by fashion products, which in total are almost 86.63% of the total nominal transactions through the e-commerce marketplace.

The modest fashion sector is an industry that has been growing and diversifying for thirty years. The same report shows that Indonesia is included in the top five countries that have the highest level of modest fashion consumption among Islamic countries in the world with a total income of $16 billion.

In the Sharia Economic and Financial Report (2020) released by Bank Indonesia, transactions that occur in the Muslim fashion sector through e-commerce have increased. This increase occurred in May - December 2020 which grew by 41.76% cumulatively.

On the other hand, the National Islamic Financial Economic Committee also presented some data on the challenges and obstacles currently being faced by the Muslim fashion sector, through a SWOT (strength, weakness, opportunity and threats) analysis in the 2019-2024 Indonesian Islamic Economic Masterplan. Analysis faced by the Muslim fashion sector and directly impacting the boutique business.

The "Iffa Syar'i" boutique is a sharia business engaged in the Muslim fashion sector. Founded in 2017, the "Iffa Syar'i" boutique has a vision to be able to realize "looking beautiful in the world and in the hereafter" with this vision the "Iffa Syar'i" boutique emphasizes several business decisions on sharia processes. SWOT analysis on several aspects carried out by KNEKS as an external party influences the business decisions that the "Iffa Syar'i" boutique will run in the next year to five years. Boutique business conditions for more than four years have experienced an unstable process.

The sharia business feasibility study that will be carried out by boutiques provides space for businesses to apply Islamic sharia rules as a whole. Umar (2015) said that a business feasibility study is a form of research on a business plan that is being built but also when it is operated routinely in order to achieve maximum profit for an unspecified time.

The point is that business feasibility is made, researched and studied with the aim of seeing the benefits for several parties. To find out whether the boutique Muslim fashion business "Iffa Syar'i" has good sustainability and is feasible to continue and is in accordance with existing Islamic law. Therefore, the title of this research is "A Feasibility Analysis of Muslim Fashion Sharia Business (Case Study of Boutique Business "Iffa Syar'i").

2.RESEARCH METHOD

This study uses a qualitative approach method. This study uses primary data. Primary data is data obtained directly from the source through interviews with the owner of the "Iffa Syar'i" boutique.

3.RESULT AND DISCUSSION

3.1.Research Result

The research results obtained by researchers regarding the business feasibility study at the "Iffa Syar'i" boutique, namely regarding the marketing aspects related to segmentation, targeting, positioning, marketing mix, price, place, and promotion.

3.2.Discussion

Segmenting

More than 50% of the customers of the iffa syar'i boutique are women and have purchased various types of dress products. Next is the age range, dominated by the 23-25 range. Income on average above 1.5 million which is in the middle class. For the upper and lower middle class have the same number.

Targeting

Iffa syar'i boutique can determine that the segments that have been selected in segmenting can grow and continue to grow. The attractiveness of this segment is those with middle income but have high consumption in purchasing dresses.

Positioning

Iffa Syar'i boutique finds competitive advantage with product differentiation, even though the boutique segment is a middle class, the existing products remain diverse at low prices. The iffa syar'i boutique positions the brand as one that can always be relied upon and can meet the needs of women over 20 years of age.

Marketing mix

Products, besides focusing on clothes that cover the private parts perfectly, all processes from production to delivery to consumers need to be considered and according to Islamic law. In Islam products are required to fulfill several principles:

First, it is based on Islamic elements. All products of the Iffa Syar'i boutique from the past to the last collection, the black series and mihnah have benefits and are still Islamic elements. The last collection in the form of masks is also based on the desire to protect Muslims from each other from being exposed to the virus and to maintain their health. The intention to look after each other actually brought many blessings to mask.with.tough.

Second, prioritizing the needs of dhauriyat, hajiyat to takhsiniyat. Dahuriyat means regarding primary and urgent needs. It is proven that sales of masks have increased significantly compared to hijab or mihnah. The priority of human needs during a pandemic has completely changed, even though masks will not be an important item forever, as long as there is an opportunity, iffa syar'i boutiques will continue to strive to meet these primary needs.

Third, be fair and pay attention to those around you. In addition to meeting the needs of Muslims in their fashion needs. Fairness and suitability of every desire as well as everyone's fashion tastes are different. Fair also in determining the price and alms process that needs to be done in every profit earned.

Finally, take care of the resources that Allah has created for things that are useful and don't destroy them. The disposable masks that the Iffa Syar'i boutique sells can be dangerous and useless in nature. It is hoped that regular education and a good waste management process will protect nature and the production factors that nature has provided.

Price

Pricing for each type of mask is adjusted to the price from the distributor and then added to the edit value which includes distribution services. Do not forget the calculation of alms or infaq also in it. The value of the edit value is calculated based on the price of the goods and the ability of the goods to meet the needs. Items that have more quantity have a greater edit value, and vice versa. Goods with low quality also have a low edit value, so it should be.

Place

The results of demographic segmentation found that more than 50% of iffa syar'i boutique customers live in Batang City. Even though they have diverse regional origins, the focus of iffa syar'i boutique products is direct and one-time use so that domiciles can make it easier for customers to order when products are needed.

The buying process that occurs is not entirely COD or offline face-to-face meetings, but there are also online purchases. Purchasing through the shopee application with the dropship feature makes it easier for iffa syar'i boutiques to deliver products to customers with remote domiciles such as Jakarta. However, according to the vision and mission of the iffa syar'i boutique, the segments achieved are appropriate.

Promotion

Product diversity brings iffa syar'i boutiques to carry out many promotional techniques. Not only one particular technique but various, plus online and offline sales processes. The following points are used to analyze whether what has been done is as needed and can have an impact on the business.

1. Content, Insatagram boutique iffa syar'i apart from sharing about da'wah, also contains the latest models of women's clothing.
2. Target, the iffa syar'i boutique from the start has targeted women with a free age range, because the products and content are from the start aimed at women's clothing and lifestyle.
3. Packaging has not played a big role in the marketing process of the iffa syar'i boutique.

4. Closing or purchases that occur. Judging from repeated purchases, the closing process on the first purchase can be said to be successful so that this will continue on to the last point

5. Buying back / subscribing is achieved by iffa syar'i boutiques with repeat buyers with the same product.

The results on the marketing aspect have been decent. In the segmenting process, iffa syar'i boutiques have succeeded in finding the right segments and according to the expected targets, so that in the positioning process, iffa syar'i boutiques can easily convey the value of brands and products. The results on the marketing mix have also fulfilled existing elements such as sharia-compliant products, suitable places for segments.

4.CONCLUSION

Viewed from the marketing aspect, this business is feasible to run because the SWOT analysis shows that the target market targeted by the iffa syar'i boutique can be taken. Business people need to develop payment methods, because this modern era tends to use digital payments. In this payment method, consumers usually use interbank transfer services or M-Banking. This payment method is simpler and easier without having to spend banknotes and cash.

5.THANKYOU NOTE

The author thanks his beloved campus, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, lecturer in the Business Feasibility Study course, and friends who have provided support in completing this paper.

6.REFERENCE

Agustin, Hamdi, 2017, *Studi Kelayakan Bisnis Syariah*, Rajawali Press, Depok

Alma, Buchari & priansa, juni doni 2014, *Manajemen Pemasaran dan Pemasaran Jasa* , Alfabeta CV, Bandung

Al Arif, M. Nur Raianto. 2015. Pengantar Ekonomi Syari'ah: Teori dan Praktik, Bandung

Brigham, F.E., & Houston, F.J. (2017). Dasar-Dasar Manajemen Keuangan.Jakarta, Salemba Empat.

Kasmir & Jakfar. 2012. Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: Kencana.

ASPECT OF CONSTRAINTS IN MINI TACO MARKETING MBA TIN

Munadiatul UMMAH
ORCID ID: 0009-0000-9339-6910
Muhammad Taufiq ABADI
ORCID ID: 0000-0001-9705-7756
Muhammad Sultan MUBAROK
ORCID ID: 0000-0002-6168-0439
Wilda Yulia RUSYIDA
ORCID ID: 0000-0001-9756-2197
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

This time's research is entitled Aspects of Obstacles in Marketing Mini Taco Mba Tin. After the Covid-19 pandemic subsided in Indonesia, market activity began to progress, especially in the marketing aspect. Now marketing is increasingly penetrating in the digital world, which makes you inevitably have to adapt to current technological advances. However, this cannot be avoided from the aspects of obstacles that must be passed in every marketing. This research aims to determine the aspects of the constraints that occur in the marketing process of Mini Taco Mba Tin. This study used a qualitative research method with a descriptive approach, because the methods used to collect data were observation and interviews. Mini Taco Mba Tin is located on Jl Cendrawasih No.2, North Pekalongan District, Pekalongan City. From the results of observations and interviews, it was found that the constraints on the marketing of Mini Taco Mba Tin, namely the first aspect, are raw material price increases which often occur, causing business capital to swell slightly. The second aspect is the location of the business, many locations are affected by flooding due to high rainfall, making buying and selling activities slightly disrupted or possibly stopped. The third aspect is competitors, with a price of 1,000/pcs, there are many competitors who imitate products from Mini Taco Mba Tin which causes marketing to not spread as a whole because several points are already controlled by competitors.

Keywords: Constraints, Marketing.

1.INTRODUCTION

The global era marked by free trade cannot be avoided by all nations like Indonesia. Globalization with the characteristics of uncertain changes requires flexibility and a new paradigm for organizations as well as changes in the determining factors for the existence of the organization. The existence of micro, small and medium enterprises (MSMEs) is the largest part of the national economy as a sign of the level of community participation in various sectors

of economic activity. The development of MSMEs is currently still faced with a number of problems with the lack of productivity of MSMEs. MSMEs have limitations in terms of accessing business capital, technology, markets and information, and the MSME business climate is not conducive. The central government must be aware of the capacity of regional governments to implement their policies and programs. The existence of micro, small and medium enterprises (MSMEs) often experience problems starting from the government's lack of concern, and the economic crisis actually makes MSMEs continue to exist and their numbers have increased rapidly (Anastasia, 2014). The robust resilience of MSMEs is supported by a more capital structure, depending on their own capital and the number of MSMEs. The use of own capital is due to the lack of performance in favor of the banking sector towards MSMEs (Surya, 2013).

Marketing is very important in line with the higher and increasing public demand for quality products, making competition increasingly fierce in an ever-evolving business environment. In general, marketing can be said as a mindset that realizes that a company cannot survive without a purchase transaction. Companies must be able to market the goods or services they produce to consumers in order to survive and compete with other companies.

According to Rangkuti (2017: 101), "marketing is a process of activity that is influenced by various social, cultural, political, economic, and managerial factors. As a result of the influence of these various factors, each individual and group obtains needs and wants by creating, offering, and exchanging products that have commodity value. According to Drucker in Sunyoto (2014: 220) "the aim of marketing is to make the seller go beyond and know and understand the consumer so that the product (service) suits the consumer and sells itself. Along with the development of society, people's desires also grow, on the other hand producers have special steps and promotions to stimulate people's desire for the product being promoted as satisfying people's desire for the recommended product.

2.RESEARCH METHOD

This research method is qualitative with data collection techniques in the form of interviews and observations, namely by making observations at the point of sale and seeking information from business actors. The object of this research is Mba Tin's Mini Taco business which is located on Jl. Cendrawasih No.2, North Pekalongan District, Pekalongan City.

3.RESULTS AND DISCUSSION

There are several aspects of obstacles to the marketing of Mini Taco Mba Tin, which include:

a. First Aspect

The first aspect that becomes an obstacle in marketing is the frequent increase in raw material prices. In the Wiradesa area and its surroundings, prices often experience relatively long increases, examples of price increases are oil prices, LPG gas prices, and cucumber prices. The increase in these ingredients caused the capital for Mini Taco Mba Tin to swell a little, because the capital that is usually estimated to be issued was 200 thousand, it had swelled to 250 thousand but the selling price remained the same, namely 1,000/pcs. The same thing is also felt by other MSME traders which causes reduced profits and disrupted marketing.

b. Second Aspect

The second aspect is the location of the business. The location of the business also affects the marketing of Mini Taco Mba Tin, because at the beginning of 2023 there will be heavy rainfall in the Pekalongan area. If it rains from morning, then most traders decide to take a holiday from selling because there are no customers, not to mention if the business location experiences flooding which can cause buying and selling activities to be slightly disrupted or even die. The existence of this flood phenomenon hampered the marketing of Mini Taco Mba Tin because several times had a holiday from selling due to the long and surrounding areas being affected by flooding.

c. Third Aspect

The third aspect is competitors / competitors. The number of competitors is also a marketing obstacle for Mini Taco Mba Tin, because these competitors are very easy to find in several areas. There are many competitors who imitate products from Mini Taco Mba Tin because they are considered easy to make a profit. These competitors also sell their products online, but of course the quality is different from the Mini Taco Mba Tin product. Marketing of Mini Taco Mba Tin products is only in urban areas, and the majority of customers also come from cities. There are also many customers who come from junior high or high school who used to be stalls for Mba Tin. Meanwhile, in the Pekalongan district, Mini Taco Mba Tin has already been controlled. The competitors are scattered in several areas, for example gemek, kemplong, wonopringgo and so on. Because Mba Tin's Mini Taco business has been running for approximately 15 years, making its customers promote Mba Tin's Mini Taco business by word of mouth.

4.CONCLUSION

The marketing carried out by the Mini Taco Mba Tin business does not escape from the aspect of constraints. Starting from rising prices, business location and natural factors, the marketing of Mini Taco Mba Tin cannot be maximized. For competitors, it doesn't really affect the

marketing of Mini Taco Mba Tin because there are no competitors located nearby. However, customers are still eyeing products that are located close to home.

BIBLIOGRAPHY

Anastasia, A. (2014). Increasing Student Activity and Learning Outcomes Using the Index Card Match Technique in Mathematics Learning. Journal of Education and Learning, 3(2), 1-15.
Surya, D. (2013). Performance Management: Philosophy Theory and Its Application. Yogyakarta: Student Libraries
Grab it, Freddy. 2017. Techniques for Dissecting SWOT Analysis Business Cases. 23rd printing. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
Sunyoto, Danang. 2014. Fundamentals of Marketing Management (Concepts, Strategies, and Cases). 1st printing. Yogyakarta: CAPS (Center for Academic Publishing Service).

METODOLOGI EKONOMI ISLAM

Naela Septi AMELIA
Fida Putri NAINAWA
ORCID ID: 0009-0000-9993-5209
RAHMA ZELIKA PUTRI
ORCID ID: 0009-0006-5507-6047
Muhammad Sultan MUBAROK
ORCID ID: 0000-0002-6168-0439
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia

ABSTRACT

Tujuan:

Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengeksplorasi metodologi ekonomi Islam, mengungkapkan perkembangannya secara historis, signifikansinya sebagai disiplin ilmu, dan potensinya untuk diintegrasikan dengan ekonomi konvensional. Makalah ini juga bertujuan memberikan pemahaman yang jelas tentang pendekatan unik yang diambil oleh ekonomi Islam dalam menafsirkan dan menerapkan ajaran-ajaran Al-Qur'an dan Hadis dalam pengambilan keputusan ekonomi, yang berbeda dari metodologi ekonomi konvensional.

Temuan:

1. Akar Sejarah: Ekonomi Islam memiliki sejarah panjang yang mendahului ekonomi konvensional, dengan para cendekiawan awal seperti Ali Zaid bin Ali, Abu Hanifah, dan Abu Yusuf Yakub Ibrahim berkontribusi pada perkembangannya.

2. Pendekatan Metodologis: Ada dua pendekatan metodologis utama dalam ekonomi Islam - "pendekatan total atau tidak sama sekali" yang bertujuan untuk sepenuhnya menolak teori-teori ekonomi konvensional, dan "pendekatan bertahap" yang melibatkan penyaringan dan penyesuaian konsep ekonomi konvensional yang sesuai dengan prinsip-prinsip Islam.

3. Definisi Metodologi: Metodologi dalam ekonomi Islam melibatkan pembentukan kriteria ilmiah dan prinsip-prinsip untuk menciptakan teori-teori ekonomi Islam yang konsisten dengan epistemologi Islam.

4. Signifikansi: Signifikansi studi metodologi ekonomi Islam terletak pada potensinya untuk memberikan kerangka kerja sistematis bagi konsep-konsep dan teori-teori ekonomi Islam. Hal ini dapat memfasilitasi integrasi nilai-nilai dan prinsip-prinsip Islam ke dalam ilmu ekonomi, menawarkan perspektif holistik yang berbeda dari pendekatan reduksionis ekonomi konvensional.

Desain/Metodologi:

Makalah ini menggunakan metodologi penelitian kualitatif, memanfaatkan analisis historis dan eksplorasi konseptual untuk mengkaji perkembangan ekonomi Islam. Makalah ini juga mengutip karya-karya cendekiawan dan ekonom Islam untuk membahas pendekatan metodologis dan prinsip-prinsip dalam ekonomi Islam. Penelitian ini mengandalkan tinjauan literatur yang relevan, termasuk teks-teks ekonomi Islam dan penelitian kontemporer di bidang ini.

Keunikan/Nilai Tambah:

Makalah ini memberikan kontribusi pada pemahaman tentang ekonomi Islam dengan menjelajahi metodologinya, topik yang sering kurang dieksplorasi dalam literatur yang ada. Makalah ini menyoroti konteks historis dan evolusi pemikiran ekonomi Islam, pendekatan metodologis unik yang digunakan, dan signifikansinya dalam bidang ekonomi secara luas. Makalah ini menekankan potensi integrasi antara ekonomi Islam dan ekonomi konvensional sambil tetap mempertahankan nilai dan prinsip-prinsip Islam.

Kesimpulan:

Sebagai kesimpulan, metodologi ekonomi Islam merupakan aspek penting dalam perkembangannya dan integrasinya dengan ekonomi konvensional. Akar sejarah, pendekatan metodologis, dan kriteria ketat dalam ekonomi Islam memberikan perspektif unik dalam pengambilan keputusan ekonomi. Signifikansinya terletak pada potensinya untuk menciptakan kerangka pengetahuan sistematis dalam ekonomi Islam, sejalan dengan nilai dan prinsip-prinsip Islam. Saat ekonomi Islam terus berkembang, pemahaman terhadap metodologinya menjadi kunci untuk integrasi suksesnya dalam bidang ekonomi secara luas.

DAFTAR PUSAKA

(1) Sudarsono,Heri, Konsep Ekonomi Islam:suatu Pengantar, (yogyakarta: Ekonisia, 2002), hlm. 42.
(2) Islahi, Abdul Azim. Four Generations of Islamic Econimists. JKAU: Islamic Econ. Vol. 23 No. 1,pp: 163-169 (2010 A.D./1431 A.H.)
(3) Rozalinda. Ekonomi Islam, Teori dan Aplikasinya Pada Aktivitas Ekonomi. (jakarta: 2014). Hal. 2
(4) Husain Hamid Mahmud, al-Nizham al-Mal wa al_Iqtishad fi al-Islam,(ryad: Dar al-Nasyr al-Dauli, 2000) Ahmadiono, Ahmadiono. 2003. “Islamisasi Ilmu Pengetahuan Dalam Bidang Ekonomi (Studi atas Gagasan Islamisasi Ilmu Pengetahuan Al-Faruqi dan Relevansinya dalam Bidang Ekonomi).” Antologi Kajian Islam.
(5) By Dr. Hafas Furqani, M.Ec, NASKAH ACEH- PASCASARJANA UIN AR-RANIRY BANDA ACEH 2018 Judul : Metodologi ekonomi Islam
https://repository.arraniry.ac.id/id/eprint/11670/1/Buku%20Metodologi%20Ekonomi%20Islam.pdf

THE SCOPE OF ECONOMICS

Windi Rizki FEBRIANINGTYAS
ORCID ID: 0009-0005-2041-0933
Azzah FITHRIYANA
ORCID ID: 0009-0006-7290-5943
Devita Dwi MARTAYANI
ORCID ID: 0009-0008-3086-4877
Muhammad Sultan MUBAROK
ORCID ID: 0000-0002-6168-0439
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

Economics has a micro and macro scope so it is easy to learn. Both provide clear boundaries and assumptions. Microeconomics is a branch of economics that specializes in studying small parts (individual aspects) of the overall activity Economy. Analysis in microeconomic theory, among others, includes the behavior of buyers (consumers) and producers individually in the market. Consumer attitudes and behaviors are reflected in using the income he earns, while the attitude and behavior of producers are reflected in offering his goods. So the core in microeconomics is the problem of pricing, so microeconomics is often called price theory. The goals and objectives of microeconomic analysis focus more on how to make choices to realize efficiency in the use of resources and achieve maximum satisfaction. Macroeconomics is a branch of economics that specifically studies the mechanism of working of the economy as a whole (aggregate) related to the efficient use of available factors of production so that the prosperity of society can be maximized. If the problem of producers is discussed, then the producer as a whole is analyzed, as well as if consumers are analyzed then all consumers who allocate their income to buy goods / services produced by the economy. Likewise with variables of demand, supply, company, price and so on. In essence, macroeconomics analyzes the determination of the level of economic activity measured by income, so macroeconomics is often referred to as income theory. The objectives and objectives of macroeconomic analysis include discussing aggregate demand-side issues in determining the level of economic activity and the importance of government policies and interventions to realize the desired achievements of economic activity.

Keyword: the scope of Islamic economics, macroeconomics and microeconomics

THE EFFECT OF NUTRIENTS FROM VERMICOMPOST EXTRACT AS A NUTRITIONAL SUPPLEMENT AB MIX ON THE GROWTH AND YIELD OF MUSTARD PLANTS (*Brassica juncea* L.) ON NFT HYDROPONIC SYSTEMS

Pangaribuan Darwin H.
The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung
Ginting Yohanes C.
The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung
Widyastuti DİANA
The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung
Rawesi Ratih R.
Lecturer of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung,

ABSTRACT

Hydroponic system cultivation techniques usually use inorganic nutrients such as AB-Mix but inorganic nutrients have the disadvantage of being relatively expensive, less environmentally friendly then the absence of hormones and organic amino acids that can help plants absorb nutrients from the growing media. One solution in reducing excessive use of inorganic fertilizers is to find sources of fertilizer base materials that have not been optimally utilized such as POC vermicompost extract. POC vermicompost extract itself has advantages such as environmentally friendly, the presence of growth hormones such as auxin, cytokinins, gibberellins and rich in micronutrients. This study aims to (1) determine the effect of organic nutrition of vermicompost extract on mustard plants. (2) knowing the best treatment concentration of vermicompost extract organic nutrients in NFT hydroponic systems. This research will be carried out from January 2023 to February 2023. Located at Field Garden, Harapan street, Sepang City Village, Bandar Lampung. This study used 4 kinds of treatments, namely: (1) 100% AB-mix (P0), (2) AB-mix 75% and 25% vermicompost extract (P1), (3) AB-mix 50% and 50% vermicompost extract (P2), (4) 100% vermicompost extract (P3). The treatment was prepared using a Complete Randomized Design (RAL) consisting of 4 treatments and 6 repeats so that 24 experimental units were obtained. The results showed that all observed variables in the AB-Mix 75% + POC treatment of 25% vermicompost extract gave results that were not significantly different from AB-Mix 100%.

Keywords: AB-Mix, hydroponics, POC vermicompost, mustard plant.

INTEGRATING ZAKAT AND WAQF AS ISLAMIC SOCIAL FINANCE INSTRUMENTS TO REDUCE ECONOMİC INEQUALITY

Elisa OKTAVİANA
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0003-5744-3507
Revalina OKTAVİANİ
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0000-3170-4578
Malfaliya NABİLA
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0003-0402-2151

ABSTRACT

The integration of zakat and waqf is increasingly recognized as a strategic innovation in Islamic social finance to promote economic justice, reduce inequality, and enhance social welfare. Both instruments, deeply rooted in Islamic economic principles, serve complementary roles in achieving equitable wealth distribution and sustainable development. This study aims to explore the potential and mechanisms of integrating zakat and waqf in addressing socio-economic disparities within Muslim communities by using a qualitative approach through literature review and conceptual analysis. The findings reveal that zakat primarily functions as a redistributive tool that alleviates short-term poverty through direct financial assistance, while waqf operates as a long-term investment mechanism that generates continuous benefits for education, healthcare, and community empowerment. When managed synergistically, zakat funds can be utilized to support productive waqf projects, thereby transforming charitable giving into sustainable economic empowerment. This integration not only maximizes the efficiency of resource allocation but also strengthens the social finance ecosystem by promoting inclusivity, accountability, and transparency. Furthermore, the success of this integration depends on several key factors, including effective institutional collaboration, supportive regulatory frameworks, digitalization of management systems, and increased public awareness about the socio-economic potential of Islamic social finance. Ultimately, the integration of zakat and waqf offers a holistic approach to reducing economic inequality and achieving the objectives of *Maqasid al-Shariah*, particularly in ensuring social justice, economic balance, and human welfare.

Keywords: Integration, Zakat, Waqf, Islamic Social Finance, Economic Inequality

FACTORS THAT TRIGGER UNEMPLOYMENT AND INFLATION ON GOVERNMENT POLICY IN INDONESIA

Dina AMBARWATI
ORCID ID: 0009-0008-3297-5175
Berlian Eka NURSABRINA
ORCID ID: 0000-0002-7162-4588
Nailil Mufidah QOSIM
ORCID ID: 0000-0002-5370-5042
M. Aris SAFII
ORCID ID: 0000-0002-4882-5218
Muhammad Taufiq ABADI
ORCID ID: 0000-0001-9705-7756
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

Unemployment is one of the problems caused by the problems caused by the economy in Indonesia by labor imbalance which shows that the number of workers is supplied exceeds the quantity of labor demanded. High unemployment rate if this occurs, it will reflect the good and bad of the economy of a country or region. Apart from that, one of the problems that is very important for a country or country to pay attention to in this area, the problem of unemployment will have an impact on various crimes, social politics and poverty. Apart from that, inflation is also a problem that is often a topic of discussion in economic circles. Inflation can be influenced by various factors, for example high public consumption patterns. Indonesia's economy will decline if inflation is not controlled properly. To control the rate of inflation is necessary forecast of inflation rate in Indonesia. The results can be used as information for the government to prepare government policies to reduce inflation remained relatively stable. The research method used is descriptive qualitative with secondary data sources.

Keywords: Unemployment, Inflation, Economic.

1.INTRODUCTION

Unemployment and inflation are two major economic problems facing every public economy. These two economic problems can have several negative economic, political and sosial impacts. To avoid the many possible dangerous effects that arise, many economic policies must be implemented. The analysis in this paper aims to explain the types of unemployment and inflation problems facung the world and what froms of government policy can be taken to overcome these problems. Apart from that, there are other important things that will be explained in this paper.

This is a government policy to control the money supply. Basically, this paper will discuss several things related to unemployment and inflation, including explaining the basic meaning of unemployment and inflation, then the factors that can influence the occurrence of unemployment and inflation, the types of unemployment that exist in Indonesia and government policies that can be taken to correct problems that occur, such as fiscal policy and monetary policy.

2.RESEARCH METHOD

Researchers use qualitative methods when conducting research, to find information about unemployment and inflation in Indonesia. Secondary data sources, data collection methods and data analysis are part of the qualitative descriptive research method that researchers used for this research. Analysis obtained based on journals, articles, books and the internet in the from of government and company documentation, government publications, and analysis suggests that unemployment plays a role in the continuation of inflation and vice versa.

3.RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Unemployment

Definition of Unemployment

Unemployment in the macroeconomic definition is the portion of the workforce who currently do not have a job. According to Sukirno, unemployment is a situation where someone in the world of work wants to get a job, but they cannot work. Unemployment is a phenomenon that occurs in all developing countries, including Indonesia. Unemployment includes people who are looking for work, or setting up a business, or feel that getting a job is impossible, or already have a job but have not yet started working. Basically, unemployment means loss of output and misery for people who do not work (human misery) and is a form of waste of economic resources(Murapi et al., 2021). Unemployed are people who do not work at all, people who are looking for work, or work less than two days a week. Technically, unemployment is all people who do not work for a certain period of time (labor force age), either in the sense of earning a wage or working independently, and are then actively looking for work. Meanwhile, according to international standards, unemployment is a person who has been classified in the workforce who is actively looking for work that earns a certain level of wages, but does not match what is desired(Kemiskinan & Provinsi, 2016).

Causes and Trigger Factors of Unemployment

A country that wants to change must increase its level of education. Education plays an important role in creating capable human resources. The more capable human resources there are, the higher the unemployment rate. However, this disease continues to spread in several

countries due to many factors that influence it. Reducing the number of unemployed requires the cooperation of educational institutions, the community and other stakeholders. The following are several factors that cause unemployment:

1. There are very few suitable job opportunities for job seekers.

2. Job seekers lack skills. The large number of unskilled human resources is one of the reasons for the increase in unemployment in Indonesia

3. Lack of information, inaccessibility to information about The company that owns it lacks workers.

4. Unequal employment opportunities, there are many job opportunities in the city and the job market is not very stable.

5. The government's efforts to achieve this are still not optimal in terms of training to improve soft skills, a culture of laziness still infects job seekers who easily give up looking for job opportunities. According to Sukimo (2006), the causes of unemployment can be classified into three types, namely:

1. Temporary unemployment is unemployment that occurs during The economy has reached full employment.

2. Structural unemployment due to internal changes in the structure or composition of the economy.

3. Technological unemployment due to the substitution of human labor with machines and chemicals due to technological developments.

The problem of unemployment has always been a difficult problem to solve in every country. Because the population is increasing every year, this will lead to an increase in the number of people looking for work, and along with that, the workforce will also increase. If labor cannot be absorbed into work, they will be classified as unemployed(Khodijah, 2007).

Type of unemployment

1) Types of Unemployment Based on Cause:

a. Normal or Frictional Unemployment Normal or Frictional Unemployment is unemployment that applies at the full employment level. Full employment opportunity is a situation where around 95 percent of the workforce is fully involved at all times at work. Then unemployment of 5 percent is called natural unemployment. These unemployed people are not because they don't have a job, but they are looking for work. which is better or according to your wishes.

b. Structural Unemployment Structural unemployment is unemployment caused by structural changes in the economy.

c. Conjunctural Unemployment Conjunctural Unemployment is unemployment caused by excessive natural unemployment and this is caused by a decrease in demand for agreat. The decline in demand for agreat causes companies to reduce the number of workers or go out of business, resulting in an unemployment conjuncture.

d. Technological Unemployment

Technological unemployment is unemployment caused by the use of machines and other technological advances.

2) Types of Unemployment Based on Their Characteristics:

a. Open unemployment

Open unemployment is unemployment that occurs as a result of additional job opportunity growth being lower than labor force growth. As a result, many workers cannot find work. According to the Central Statistics Agency (BPS), open unemployment is people who have entered the world of work but do not have a job and are looking for work, and who already have a job but have not yet started working.

b. Hidden Unemployment

Hidden unemployment is a situation in which a type of economic activity is carried out by an amount of energy that exceeds what is needed.

c. Seasonal Unemployment

Seasonal unemployment is a situation of unemployment at certain times of the year. This unemployment usually occurs in the agricultural sector. Farmers will be unemployed while waiting for the planting season and during the gap between the planting season and the harvest season.

d. Half Unemployed

Underemployment is a situation where someone works below normal working hours. According to the Central Statistics Agency (BPS), in Indonesia normal working hours are 35 hours a week. So, workers who work less than 35 hours a week are included in the underemployed group(Soejoto, n.d.).

Government Policy in Handling Unemployment

Every citizen has the right to work and a living that is worthy of humanity in accordance with UUD 45 article 27 paragraph 2.

There are several government policy solutions in dealing with unemployment, including:

1) The government provides assistance with insight, knowledge and entrepreneurial spirit skills to Small and Medium Enterprises (UKM) in the form of technical and management guidance, providing long-term soft capital assistance and market expansion. As well as providing special

facilities so that they can grow independently and compete reliably in their fields. Encourage the formation of joint business groups and a business environment that supports and encourages the realization of small and medium entrepreneurs who are able to develop businesses, master technology and market information and improve SME partnership patterns with BUMN, BUMD, BUMS and other parties.

2) Immediately carry out improvements, construction and development of areas, especially underdeveloped and remote areas as a priority by building transportation and communication facilities. This will open up employment opportunities for the unemployed at various types and levels. Hope for the development of the potential of the territory of the Unitary State of the Republic of Indonesia (NKRI), both natural resource potential and human resources.

3) Immediately build social institutions that can guarantee the lives of the unemployed. Like PT Social Security for Workers (PT Jamsostek). By building this institution, every unemployed person in Indonesia will be well recorded and receive special technical and detailed attention.

4) Immediately simplify licensing and increase security because there are too many types of licensing that hinder investment, both foreign investment and domestic investment. This needs to be immediately discussed and simplified so that stimulate the growth of a conducive investment climate for create jobs.

5) Developing the Indonesian tourism and culture sector (especially areas whose potential has not yet been explored) by carrying out promotions in various countries to attract foreign tourists, inviting investors to participate in the construction and development of tourism and culture which will later absorb a lot of energy. local work.

6) Carry out a synergy program between BUMN or BUMS that have related businesses or production results that will fill each other's needs. With this synergy, production process activities will become more efficient and cheaper because raw material procurement can be done jointly. For example, PT Krakatau Steel can synergize with PT. PAL Indonesia to supply raw material needs in the form of steel plates.

7) By slowing down the rate of population growth (minimizing marriage at an early age) it is hoped that this can reduce the growth rate of the new workforce or streamline the transmigration system by allocating dense populations to sparsely populated areas with the government facilitating the agricultural, plantation or livestock sectors.

8) Selecting Indonesian Workers (TKI) who will be sent abroad. Strict selection is needed for sending migrant workers abroad. It is best to seek skilled personnel. That matter can be carried out and initiated by the Central and Regional Governments.

9) The curriculum and national education system (Sisdiknas) must immediately be improved. The education system and curriculum greatly determine the quality of competency-oriented education. Because most of the unemployed are college graduates who are not ready to face the world of work.

10) Immediately develop marine and agricultural potential. Because Indonesia has a strategic geographical location, most of which consists of seas and islands which have great potential as a maritime and agricultural country. Indonesia's maritime and agricultural potential needs to be managed well and professionally in order to create productive employment opportunities (Pengangguran, 2013).

3.2 Inflation

Understanding Inflation

Inflation is an economic event that usually occurs even though we never want it to happen. Milton Friendman said "inflation can occur anywhere and at any time is a monetary phenomenon". It is considered a monetary phenomenon due to the decrease in the unit value of a commodity. Inflation is the process of increasing the price of goods in general on a continuous basis(Nopirin, 1987). According to Boediono, inflation is the tendency for prices to increase overall and continuously(Boediono, 1984).

From the definition of inflation above, it can be concluded that inflation is an increase in the price of an item that does not only occur in one or two types of goods but also in many different types of goods. Price increases occur continuously throughout the year for a certain period. If the increase in an item occurs only once, it is not called inflation, even though the percentage increase is quite large. Price increases are seasonal, for example before Eid al-Fitr, Christmas and New Year, this alone and without other influences cannot be called inflation. Such price increases are not considered a problem to be solved. Inflation and price increases are not necessarily the same magnitude and may not increase simultaneously.

Causes and Trigger Factors of Inflation

There are two types of causes of inflation:

1. The emergence of strong public demand for commodities.

2. Production costs increase. Inflation due to an increase in production costs is called cost inflation(Maritim, 2011).

Initially, demand inflation occurred due to an increase in demand for total assets, for example increased public spending financed by printing money or increased private investment spending due to cheap credit, while production was already at full employment. If full employment is

achieved, the subsequent increase in demand will cause prices to increase and then inflation will occur.

In contrast to demand-pull inflation, cost inflation is often characterized by: Rising prices and falling production. This condition originates from a decrease in total supply due to increased production costs. These two types of inflation are rarely encountered in practice in the form of pure inflation. In general, inflation occurs in many countries in the world and is a combination of both. There are two types of inflation and often the two strengthen each other(Nopirin, 1987).

According to Didik Eko Putro, Achmad Fageh there are 2 causal factorsinflation is:

1. Demand Pull Inflation

This inflation occurs when the economy spends a number of goods and services exceeding production capacity. This inflation is a common occurrence in developing countries where there are opportunities for intense work that can produce high-income degrees and so causes excessive expenditure of the economy's production capacity for goods and services.

2. Wage Push Inflation

This inflation occurs if there is an increase in effective demand, while the economy is in full employment status and the price mechanism is working perfectly. Inflation is reflected in the wage behavior of components related to price costs and especially wage behavior. Unions' strong negotiating position on wages has made them successful by demanding pay rises even when the job market suffers from unemployment. If salary is a component of production costs, it is high enough that it will trigger quite large costs(Putro & Fageh, 2022).

3. Government Policy in Handling Inflation

The Islamic approach to defeating inflation, Islam encourages the government to implement inflation control policies by:

1) Ethical appeal, encouraging people to save money when shopping

2) Encouraging an increase in national output

3) Direct grants to the community, such as BLT (Direct Assistance cash)

4) Improve infrastructure such as roads and others.

5) Create regulations that encourage economic growth small communities Inflation continues.

Policies that can be implemented include:

1. Monetary policy: The functions of this monetary system are:

a. Organizing an effective payment flow mechanism so that this mechanism can be implemented quickly, accurately and at relatively low cost.

b. Act as an intermediary to encourage economic growth.

c. Maintaining stable interest rates through monetary policy.

2. Tax policy: The aim of tax policy in Islam is to create economic stability and high economic growth and equal distribution of income as well as other goals in Islamic rules. There are three ways to do this:

1) Regulate government income and expenditure.

2) Increase tax rates. If taxes are increased, of course there will be money. Public spending will fall, as will prices reduce.

3) Providing government loans.

3. Non-monetary policy, this can be done in three ways, that is:

1) Increase production, even as the money supply increases.

2) Wage policy. The government submitted a petition to the labor union. Employees cannot ask for a salary increase when inflation continues without being accompanied by an increase in output. compared to Price Monitoring, so that the price of goods does not rise too high, the Government can exercise control and, if necessary, set a price.

3) Consolidate, namely by reducing fractions rupees(Maritim, 2011).

4.CONCLUSIONS

One of the causes and triggers of unemployment is education. Education plays an important role in creating capable human resources. The government must also have a policy in dealing with unemployment, one of which is that the government provides assistance with insight, knowledge and entrepreneurial spirit skills in the form of technical and management guidance.price increases that occur continuously throughout the year for a certain period are called inflation. There are two causes and factors that trigger inflation,namely the emergence of strong public demand for commodities and increasing production costs.

5.ACKNOWLEDGMENTS

Based on the conclusions above, the authors suggest that the government should be able to overcome unemployment what happens in Indonesia is by opening up unemployment opportunities or provide employment opportunities. In facing poverty in the global era more creative, innovative and exploratory efforts are needed. Besides that, globalization opens up opportunities to increase community participation Indonesia is superior in being more exploratory. In facing the times future globalization will inevitably involve improving the quality of human resources within knowledge, insight, skills, mentality and morality whose standards are global standards.

6.REFERENCES

Boediono. (1984). *Ekonomi Makro: Seri Sinopsis Pengantar Ilmu Ekonomi*.

Kemiskinan, T., & Provinsi, D. I. (2016). *Pengaruh indeks pembangunan manusia dan pengangguran terhadap kemiskinan di provinsi banten*. *6*(2), 236–255.

Khodijah, I. (2007). *FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGANGGURAN DAN INFLIKASINYATERHADAP INDEK PEMBANGUNAN DI INDONESIA*. 22–38.

Maritim, G. (2011). *8 "GEMA MARITIM" Vol 13 No. 1 Pebruari 2011*. *13*(1), 8–12.

Murapi, I., Ayu, D., Astarini, O., & Subudiartha, I. N. (2021). *Tingkat Pengangguran Akibat Covid-19 di Provinsi Nusa Tenggara Barat*. *2*(1). https://doi.org/10.30812/rekan.v2i1.1116

Nopirin. (1987). *Ekonomi Moneter buku dua*.

Pengangguran, M. (2013). *STRATEGI DAN KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM MENANGGULANGI PENGANGGURAN Yulna Dewita Hia*. *1*(2).

Putro, D. E., & Fageh, A. (2022). *Kebijakan Fiskal Pemerintah Dalam Mengatasi Inflasi Pada Masa Pandemi Covid-19 Dalam Perspektif Ekonomi Islam*. *8*(03), 3487–3493.

Soejoto, A. (n.d.). *Pertumbuhan Ekonomi Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Jawa Timur*. 1–15.

THERMOELASTIC BEHAVIOR OF SYMMTRIC COMPOSITES LAMINATED

Adel DELIOU
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Meriem DEHBI
Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria
Sofiane BOULKROUNE
Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria
Mohamed CHAOUR
Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria
Khmissi BELKAID
Scientific and Technical Research Center on Arid Regions CRSTRA, 07000 Biskra, Algeria
Abdelkader FIDJAH
University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

The aim of our work is to characterize the elastic behavior of a unidirectional glass fiber reinforced composite laminate with a 60% volume fraction of epoxy resin matrix E. The determination of the elastic constants of the specifically orthotropic composite laminate is estimated using the rule of mixtures, and macro-mechanical studies have allowed us to determine the evolution of elastic constants based on fiber orientation and calculate the variation of thermo elastic quantities according to fiber orientation. Under the combined effect of mechanical stresses and temperature variations, the overall thermomechanical deformations of the unidirectional laminate will be determined by introducing longitudinal and transverse thermal expansions of the composite.

Keywords: Unidirectional composite laminate, thermo elastic behavior, fiber orientation

ASSOCIATION BETWEEN BREAKFAST HABITS AND NUTRITIONAL STATUS WITH CONCENTRATION AMONG BOAT CRAFTSMEN IN TANAH LEMO VILLAGE, INDONESIA

Tri Addya KARINI
Yessy KURNIATI
Sukma PRATIWI
SYARFAINI
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

Work activities require energy derived from food to maintain physical fitness and prevent fatigue. Breakfast plays an essential role before engaging in daily activities, particularly in physically demanding occupations such as boat craftsmanship, which require optimal energy and concentration. This study aimed to examine the association between breakfast habits and nutritional status with concentration among boat craftsmen in Tanah Lemo Village, Bontobahari Subdistrict, Bulukumba Regency.

This quantitative study employed a cross-sectional design involving 46 boat craftsmen selected through total sampling. Data were collected using a 24-hour food recall, anthropometric measurements, and the Grid Concentration Exercise. Data analysis was performed using the Chi-Square test with a 95% confidence level.

The results showed significant associations between breakfast habits (p=0.000), breakfast quality (p=0.002), and energy contribution (p=0.019) with concentration ability. Furthermore, breakfast habits (p=0.001), breakfast quality (p=0.001), and energy contribution (p=0.010) were significantly associated with nutritional status. Breakfast and nutritional status were also significantly associated with concentration (p=0.010) among the boat craftsmen.

In conclusion, breakfast and nutritional status play an important role in supporting concentration among boat craftsmen. Nutritional education and the promotion of balanced breakfast consumption are recommended to improve health and work productivity.

Keywords: breakfast, nutritional status, concentration, boat craftsmen

CONTRIBUTION AND FUNCTION OF LOCAL TAX AS A SOURCE OF LOCAL REVENUE IN BANJAR CITY

Muhammad Mifta ALFAHRIZI
Gesya Aviska SATRIANI
Afifah Tarisya PUTRI
Ryan Ibko ALBANA
Faculty of Economics and business dan Bisnis, D3 Taxation, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze how local taxes contribute as a source of local revenue for infrastructure development in Banjar City. Local taxes have great potential to support the central budget and national development. With optimal local tax revenues, the central government can focus on strategic national priority programs, while the regions are able to finance their own specific needs independently without relying on the existing APBN. This can certainly encourage economic growth in each region. If economic growth in a region increases, the welfare of the people in that region will also increase. Thus, local taxes have many functions and benefits that have a positive impact on society..

Keywords: Regional Taxes, Types of Regional Taxes, Regional Autonomy, Regional Original Income.

SCREENING, IDENTIFICATION, AND TESTING ACTIVITY OF ALGINATE LYASE ENZYME FROM THE SYMBION BACTERIA *Sargassum* sp. IN LAMPUNG WATERS, INDONESIA

Yesica Bella SAFITRI
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Agus SETYAWAN
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Fisheries and Marine Affairs, Faculty of Agriculture, University Lampung
Ni Luh Gede Ratna JULIASIH
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Chemical, Faculty of Mathematics and Natural Science, University Lampung
Endang Linirin WIDIASTUTI
Gregorius Nugroho SUSANTO
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, University Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145 Indonesia

ABSTRACT

Lampung Province has a large seaweed economic opportunity with an estimated production of around one million tons of dried seaweed per year. The number of households in seaweed cultivation in the sea is 392 households. Brown seaweed contains an active compound, alginate, as one of the compounds widely used for antitumor, anti-inflammatory, and antiviral. Alginate has various weaknesses, so its use is limited due to the significant molecular weight of 500-1000 kDa. So to overcome this, modify the alginate structure with the help of bacteria that produce the enzyme alginate lyase. This study aimed to obtain bacterial isolates that have alginate lyase enzymes from *Sargassum* sp in Lampung waters. Isolation of alginate lyase-producing bacteria was carried out using a 10^{-3} dilution method, then the isolates were tested for enzyme activity and identified morphologically and biochemically. The results showed that the isolates producing alginate lyase with the highest alginolytic index value were GSD, PTH, PTF, and GSA isolates which were gram-positive bacteria with an extensive range of alginate lyase enzyme activity 15.75 to 5 and based on the results of morphological and biochemical identification this isolate has motile and oxidative fermentative properties. Isolate GSD, PTH, PTF, and GSA was most likely can produce the enzyme alginate lyse.

Keywords: Alginate, Alginate Lyase Enzyme, Brown Seaweed

SCREENING, IDENTIFICATION, AND ACTIVITY TEST OF FUCOIDANASE-PRODUCING BACTERIA FROM *SARGASSUM* SP.

Muhammad DARMAWAN
Graduated Program of Coastal and Marine Area Management, University of Lampung
Agus SETYAWAN
Munti SARIDA
Graduated Program Coastal and Marine Area Management, University of Lampung
Department of Fisheries and Marine Affairs, Faculty of Agriculture, University of Lampung
Ni Luh Gede Ratna JULIASIH
Graduate Program Coastal and Marine Area Management, University of Lampung
Department of Chemical, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung
Gregorius Nugroho SUSANTO
Graduated Program Coastal and Marine Area Management, University of Lampung
Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145 Indonesia

ABSTRACT

Exploration of fucoidanase-producing bacterial candidates is increasing as a solution to produce fucoidan with low molecular weight. In previous studies, it has been reported that various types of bacteria can be used to degrade fucoidan but these bacteria are difficult to find in Indonesia, so further research needs to be done. This study aims to isolate, identify, and characterize fucoidanase-producing bacteria from *Sargassum* sp. morphologically and biochemically. Initial isolation was carried out using Nutrient Agar (NA) media, then the fucoidanase activity was tested qualitatively and semi-quantitatively. Fukoidanase activity was shown by a clearing zone appears surround the bacterial colony, after poured with 10% cetyl pyridinium cloride solution. The next step is the morphological and biochemical identification of isolates that produce fucoidanase. Data analysis was carried out descriptively and numerically using SPSS 26.0. The results showed that 6 isolates showed high fucoidanase activity, namely PTI2 isolates, GSD isolates, PTF2 isolates, PSA isolates, GSB isolates, and PTA isolates. Based on the results of measurements and calculations of the fucoidanase activity index, it can be known in succession, among others, the isolates of PTI2 (12.31 ± 2.13), GSD isolates (10.66 ± 2.26), PTF2 isolates (8.69 ± 0.36), PSA isolates (8.23 ± 2.64), GSB isolates (7.92 ± 0.11), and PTA isolates (7.43 ± 1.50).

Keywords: Sargassum, Fukoidanase Activity, Screening, Characterization, Bacterial Candidates

THE CONCEPT OF MONEY, USURY AND INTEREST IN ISLAMIC MACROECONOMIC PERSPECTIVE

Hilda ADISTYA
ORCID ID: 0009-0008-5662-9912
Mathraf AZ-ZANJI
ORCID ID: 0009-0009-5872-8364
Mila Minkhatul MAULA
ORCID ID: 0009-0006-8685-9618
M. Aris SAFII
ORCID ID: 0000-0002-4882-5218
Muhammad Taufiq ABADI
ORCID ID: 0000-0001-9705-7756
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia

ABSTRACT

In the early days, before the creation of money, economic activities or business transactions were carried out through barter or commonly called barter trade. In the exchange process, goods and services were exchanged directly with other goods and services that were mutually needed by the parties involved. At the macro level itself, the parties involved in the production of goods and services can easily and smoothly exchange goods and services by using money as an intermediary. Meanwhile, the domestic sector that receives income in the form of money uses the money to buy goods and services produced by the commercial and manufacturing sectors. It is the changes in these cash flows that cause changes in prices and/or production quantities, for example. It also affects saving behavior, investment and the business cycle. The method in this study is to use a type of qualitative descriptive research. The purpose of this study is to understand and explore the concept of money in Islamic macroeconomics that does not contradict Islamic law.

Keywords: Money, Islamic Macroeconomic, Economic, Interest

INTRODUCTION

Money is a tool and support in life. Some argue that money is the lifeblood of the economy. Because in today's modern society, economic mechanisms based on economic activities such as buying and selling, renting, export-import, and others require money as a means of smoothness in achieving goals. All levels of society, from the lower to the upper levels, cannot be separated from the use of money. In the early days, before the creation of money, economic activities or business transactions were carried out through barter or commonly called barter trade. In the exchange process, goods and services were exchanged directly with other goods and services that were mutually needed by the parties involved. In an increasingly modern economy, money has a very important role in all community activities. Finance has become a

necessity, even money is a determining factor in the stability and development of the domestic economy. But that doesn't mean the barter system is gone, it is still used at certain levels of trade, such as trade between countries and areas of rural life. At the macro level itself, the parties involved in the production of goods and services can easily and smoothly exchange goods and services by using money as an intermediary. Meanwhile, the domestic sector that receives income in the form of money uses the money to buy goods and services produced by the commercial and manufacturing sectors. It is the changes in these cash flows that cause changes in prices and/or production quantities, for example. It also affects saving behavior, investment and the business cycle.

MATERIALS AND METHODS

The method in this study is to use a type of qualitative descriptive research. The purpose of qualitative descriptive research is to analyze data (in the form of words, images, or actions) obtained by describing or explaining the situation or condition under study in the form of narrative description, not in the form of numbers or statistics. The purpose of this study is to understand and explore the concept of money in Islamic macroeconomics that does not contradict Islamic law. The data source comes only from secondary data, namely data sources obtained through literature review, reading books, journals, and documentation results that are relevant and related to this research

RESULTS AND DISCUSSION

A. What is Money? 1. Definition of Money: Money is something that is used as a basis or standard for measuring the usefulness of a good or service, and money is a medium of exchange for goods. Therefore, society generally receives money in return for goods sold or services rendered. In ancient times, money still existed in the form of goods such as salt, shellfish, and various agricultural products. In addition, the shape is not unique. Today, most money used in various countries is paper and metal money, with a special unique shape.

2. Money Development Stage: The development of money from ancient times to the present can be divided into four stages, namely the stage before barter, the barter stage, the stage of goods money, the metal stage. The details are as follows:

1) Stage before barter: At this stage, society is not yet familiar with exchanges, because each person is trying to meet his own needs. What he got was used to meet his needs.

2) Barter stage: At this stage, society is faced with the fact that what they produce on their own is not enough to meet their needs. So, they look for people who are willing to exchange their goods for other goods they need to get goods that they cannot produce themselves. That is called barter, which is the exchange of one object for another.

3) Stage of goods money: The difficulty that humans experience in exchange is that it is difficult to bring together people who need each other at the same time. This difficulty encourages society to do Barter system by defining certain goods as goods of exchange, such as animal skins, cloth, and salt. Objects meant by medium of exchange are objects that are accepted by the general public. The items chosen are valuable items (hard to get or expensive) or items that are mainly needed for daily life.

4) Stage of coins: The next stage of development is coins. Metal was chosen as currency because it is popular among the public, durable (not easily damaged) and of high value. In addition, this metal is easily moved and easily broken down without reducing its value. Metals that meet these requirements are gold and silver (Achmadi, n.d.).

3. Types of money: Money used as a tool for various daily activities is divided into several types. This division is based on different uses and purposes according to the needs of each entity that requires it. The types of money seen from various sides are as follows:

1) Based on material or materials: If we look at the materials used to make money, then the types of money are divided into two types, namely:

a. Coins: coins that are usually formed of metal, aluminum, copper, brass, gold, silver. bronze or other metallic materials. The currency in Indonesia consists of small denominations.

b. Banknotes: money made of paper or other materials. This type of money is made of high-quality paper that is waterproof, not easily torn or faded.

2) Based on value: This type of money is viewed based on the value contained in the money, both its intrinsic value and face value. This type of money is divided into two types, namely: **a. Full bodied money:** is money whose absolute value is equal to its face value. For example, gold and silver coins, where the value of the materials used to make the money is equal to the face value written on the money.

b. Representative: full nodied money: is money whose absolute value is less than its face value. For example, the intrinsic value of a banknote is usually much less than its face value. **3) Based on the institution or institutions**: The meaning of based institution is the body that issues or issues money. The types of money issued by the institution are as follows:

a. Currency: is money issued by the central bank of a country, the issuing bank in Indonesia is Bank Indonesia.

b. Current Account: This is money issued by commercial banks such as cheques, giro, traveler's cheques and credit cards.

4) By region: This type of money can be seen in areas or regions where the money is legitimate. This means that a certain type of currency can only apply in one particular region and cannot

apply in another region or apply in all regions. Types of currencies by region are: **a. Local currency:** is the currency prevailing in a particular country. such as the rupiah in Indonesia or the baht in Thailand.

b. Regional currency: is the currency prevailing in a specific region that is broader than the local currency, such as the European region where the euro is generally applicable.

c. International money: money used between countries. for example the US dollar which is the international payment standard (Arif, 2010).

B. The Concept of Money in Islamic Macroeconomics

1. The concept of money in the perspective of Islamic economics: There are differences in the concept of conventional economics with Islamic economics, in order to make it easier to understand the concept of Islamic economics, a comparison is made of the differences between the two concepts which can be detailed as follows:

1) Time value of money and Economic value of time: In conventional theory, money is seen as something very valuable and can grow over time. The concept of time value of money was born from this assumption. Time value of money is the value of money that can increase and decrease over time. But according to Islamic understanding, the concept of Economic value of time is a concept where time has economic value, not money that has the value of time. And the economic value of time can be interpreted as maximizing the monetary value of these funds immediately. The principle based on Time value of money is calculated based on interest, while the principle based on Economic value of time uses a ratio.

2) Money as Flow concept and Stock concept: The concept of money as a flow concept is something that flows. So money is like water. When the river flows, the water is clean and healthy. Money circulating in production creates economic prosperity and health for the community. Conversely, if money is withheld, this can cause the wheels of the economy to stop, which can lead to crises or other economic diseases. In Islamic teachings, money must circulate continuously in order to generate greater profits. Therefore, the money must be used for investment in the real sector. If the savings are not invested in the real sector, it will not produce anything. According to Islamic teachings, money that is deposited is subject to zakat. Meanwhile, money as a stock concept is something that stands still. This is not in accordance with Islamic principles because in Islam money must move or circulate and Islam prohibits the hoarding of wealth.

3) Money as Public goods and Private goods: Money is public goods, which means that money is a public asset, while private goods are private goods, which means goods or personal property. That is, if the money is still circulating in the community and has not settled in the

community, it can be said to be public goods. And if it has reached the community and settled, it is said to be private goods or private property (Ulya, 2021). Whereas in the view of Islam teaches that money is public goods that must be distributed for the sake of general welfare (wealth distribution) so that the social class does not lean to one party only. In Islamic macroeconomics, the concept of money has several features that differ from the conventional economic system. The following are some of the main concepts of money in Islamic macroeconomics:

1. Money as a medium of exchange: In the economy of money is a medium of exchange used by humans to exchange goods and services. Imam Al-Ghazali argued that money is like a mirror that is colorless but can reflect all colors. Like money, money is not a price, but money can reflect all prices. Money was not created for individuals, money was created to be circulated, to be an intermediary (medium of exchange) for humans.

2. Money as a unit of account: Money is one of the standards of price measurement, namely as a means of measuring the value or price of goods and services. In addition, money can also measure the price comparison of a commodity with other commodities. Money is one of the things that is needed in the economy. This need is also explained in QS. An-Nisa' (4):40. This verse explains that there is a need for measures in everything. Money acts as a general price measuring stick and measure of value in the economy. Like the standard application of meters to measure distance or amperes to measure voltage. Money is an essential tool for the calculation or pricing of anything in the economy for both producers and consumers.

3. Money as a store of value: Money is one way to store wealth. This means that people who earn money sometimes do not spend it all at once, but set aside the money to be used when they feel the need to buy the necessary goods or services, or save with the intention of using their savings for unexpected things, such as illness or facing unexpected things. Saving money is not the same as hoarding money. Saving money is allowed in Islam, but it must also be part of investment. Money that is saved and then not channeled into the real sector is tantamount to hoarding money.

4. Money as a deferred payment (Standard of Deff ered Payment): Buying and selling transactions (whether large, small or individual companies) are not always done in cash, but are often done using an installment system. This changes the function of money from a means of payment to a standard of deferred payment. This function of money refers to lending and borrowing transactions, where money is used to calculate the amount of loan payments. From a non-Islamic perspective, money lending often comes with an interest system to repay the debt. This is used in some way to gain an advantage in late payment (Asra, 2020). And it is clear that

the interest system is prohibited in Islam, so in the delay of payment it is not allowed to use interest (riba).

5. Money as a source of inflation: In Islamic macroeconomics, excessive spending and money creation without a solid foundation can lead to inflation. Therefore, it is important to maintain the stability of the value of money so as not to disrupt the economy.

6. Money as a wealth redistribution tool: In Islamic macroeconomics, money can also be used as a wealth redistribution tool. Islamic principles of zakat and sadaqah encourage individuals and institutions to distribute their wealth to the poor with the help of money.

C. Riba and Interest in Islamic Macro Concepts: Riba in Arabic means addition (Az-Ziyadah), flourishing (an-nuuwuw), increasing (al-irtifa') and enlarging (al-'uluw) (Nurhidayat, 2018). While riba is terminologically defined as exaggerating the profit (property) of one party over the other party in a transaction of buying and selling or exchanging similar goods without the return of the excess amount. In other words, usury is understood as the payment of a debt that must be repaid by a person who owes more than the loan amount in exchange for payments that are due (Badruzaman, 2019). Ibn al-Arabi al-Maliki in his book Ahkam Qur'an states that riba mentioned in the Qur'an is an addition without substitution or compensation justified by Shari'a. While Imam Nawawi explained that one type of riba that is forbidden in the Qur'an and as-Sunnah is to increase one's wealth because of the element of time. Yusuf Qardawi has a slightly different opinion. Usury means "any loan that is conditional on an obligation to deliver an obligation" (Huda & Dkk, 2018). In general, riba is classified into two groups, namely usury for accounts receivable and usury for sale and purchase. Riba receivables are divided into usury qardh and riba jahiliyah. While riba buying and selling is divided into two riba fadhl and riba nasi'ah (Nurhidayat, 2018). a. Usury Accounts Receivable

1) Riba qardh is a certain profit or excess charged to the debtor (Muqtharidh).

2) Riba jahiliyah is a debt that is paid in excess of its principal due to the inability of the borrower to repay his debt at the specified time.

b. Riba Sale and Purchase:

1) Riba Fadhl is an exchange between similar goods with different rates or doses, while the goods to be exchanged are included in the type of ribawi goods.

2) Riba Nasi'ah is the postponement of the delivery or acceptance of the type of ribawi goods exchanged for other types of riba goods. Riba in nasi'ah arises because of differences, changes, and additions between what is given now and what will be given later (Rahim, 2021). Interest is an additional fee charged in a loan transaction and is calculated from capital without taking into account the use of capital within a certain upfront calculation period and is usually based

on a percentage. In daily banking activities there are 2 kinds of interest given to customers, namely:

1. Deposit interest is interest paid as an incentive or compensation to customers who deposit their money with the bank. Deposit interest is a fee that must be paid by banks to their customers. For example, current account services, savings interest, deposit interest, and others.

2. Loan interest is the interest received by the borrower or the price that must be paid by the borrower's customer to the bank. For example, credit interest. These two types of interest are the main components of conventional bank fees and income. Deposit interest is a fee that must be paid to customers, while loan interest is income received from customers. Deposit interest, mutual loan interest, both affect each other. For example, if the interest on savings is high, automatically the loan interest will also rise, and vice versa (Rahim, 2021). According to Agustianto, riba is at the heart of the capitalist economic system. The Qur'an itself discusses usury and interest in the context of microeconomics and macroeconomics. Discussing riba in a macroeconomic context means considering the impact of riba on the economy of society as a whole (as a whole) rather than on individuals or business entities (institutions). In this capitalist system, the interest rate is central to the economic system. Very few aspects of the economy can be separated from the bank interest lending system (credit system). Starting with local transactions in every economic structure of a country to international trade. In his view, the impact of the usury economic system is very harmful to the economy. First, the ribawi economic system has caused many economic crises throughout history since 1930 until now. Second, in the usury economic system, the gap in economic growth of the world community continues to widen, resulting in the rich getting richer and the poor getting poorer. Third, interest rates also affect investment, production, and growing unemployment. The higher the interest rate, the lower the investment. When investment decreases, production also decreases. When production declines, unemployment increases. Fourth, economic theory also teaches that interest rates cause significant inflation. Inflation reduces purchasing power and pushes people into poverty. Fifth, the ribawi economic system also pushes developing countries into a debt trap, making it difficult to pay not only the principal but also the interest. Sixth, in the context of Indonesia, the impact of interest has an impact on the depletion of APBN funds. Interest charges the state budget to pay bond interest to conventional banks supported by BLBI. SBI also pays interest beyond bond interest. This high interest payment is what makes our state budget in deficit every year. To replace the instruments of "interest" (usury) and elements of speculation (maisir) in supporting the operational system of Islamic financial institutions, several contracts have been established, both related to efforts to collect funds or financing such as mudharabah,

musharakah, murabahah, salam, istishna', ijārah and so on. These contracts are meant not only as a substitute for ‟formalities‟ to the interest and usury. However, in these contracts, there are higheconomic values when viewed from a macroeconomic perspective. Therefore there are several reasons why usury instrumentsshould be replaced with these contracts. These contracts are basically based more on underlying transactions, meaning a transaction that requires the existence of goods, the real sector. With this contract, it is expected that monetary flows can be balanced with the real sector. Because, when the flow of monetary (money) and the flow of goods are balanced, the economy will be stable. This can suppress the inflation rate and there is no economic bubble. But if money grows out of balance with the amount of goods,there will be inflation or there will be a big economic bubble and if the bubble bursts, there will be a monetary crisis. Profit-sharing agreements such as mudharabah and musharakah, both of which certainly require the use of money for the real sector. Because, in these two contracts, of course the party who lent the money will use it for business purposes whose results will be shared with the owner of capital (money). Akad murabahah, in practice ideally requires the presence of goods. Logically, these goods will not be realized without involving elements of production. Its own production will require labor. The availability of goods is a consequence of the production process. In addition, production encourages the entrepreneurial spirit. This, of course, does not apply if only money is borrowed. Because of its reality, money can be used for various purposes such as paying debts and even for speculative activities such as buying and selling money and others, so it will not be a driver for three things such as production, entrepreneurship and labor (Ghofur, 2016).

CONCLUSION

Money is something that is used as a basis or standard for measuring the usefulness of a good or service, and money is a medium of exchange for goods. Therefore, society generally receives money in return for goods sold or services rendered. Money functions as a means of payment that can be used to pay off debts or pay other financial obligations. Money allows efficient and easy transactions to be carried out. In economic systems, money allows comparison of values between different types different goods and services. The concept of money is not just limited to physical forms such as coins and paper. In today's digital age, money can also be electronic in bank accounts or digital wallets. In Islam, the use of money must comply with the principles of sharia principles that prohibit riba and unfair transactions. Therefore, in the Islamic financial system, there are financial instruments that are in accordance with sharia principles, such as mudharabah or profit-sharing contracts.

BIBLIOGRAPHY

Achmadi, G. (n.d.). Mengenal Seluk Beluk Uang. Yudhistira Ghalia Indonesia.
Asra. (2020). Dampak perubahan jenis dan fungsi uang bagi perekonomian menurut perspektif ekonomi Islam. J-EBIS (Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Islam). 5(1). 29– 31.
Badruzaman, D. (2019). Riba Dalam Perspektif Keuangan Islam. Jurnal Al Amwal. 1(2). 49–69.
Ghofur, A. (2016). Konsep Riba Dalam Al-Qur'an. Economica: Jurnal Ekonomi Islam. 7(1). 1–26.
Huda, N., & Dkk. (2018). Ekonomi Makro Islam: pendekatan teoritis. Kencana.
Nurhidayat, A. (2018). Perbandingan Konsep Riba dan Bunga Bank Menurut Ibnu Qayyim Al Jauziyyah dan Fazlur Rahman.
Rahim, A. (2021). Konsep Bunga Dan Prinsip Ekonomi Islam Dalam Perbankan Syariah. Al-IQTISHAD: Jurnal Ekonomi. 1(2). 185–201.
Ulya, H. N. (2021). Ekonomi Makro Islam: Pendekatan Teori Makro Ekonomi Konvensional dan Islam. Penerbit NEM

THE HISTORY OF THE ESTABLISHMENT, FUNCTION AND OBJECTIVES OF SHARIA PAWNSHOP AS AN ECONOMIC DRIVER IN INDONESIA

Fifi AFİSTA
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0000-0002-6652-2974
Nurul KHOLİSHA
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0009-0005-1845-5673
Tahani SALSABİLA
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0009-0006-6985-6415
Ade GUNAWAN
Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID: 0000-0001-8479-0641

ABSTRACT

The establishment of Sharia pawnshops in Indonesia can be traced back to the early 2000s when the government recognized the need for Islamic financial institutions to cater to the growing Muslim population. These institutions aim to provide financial services that comply with Sharia principles, such as the prohibition of interest and the promotion of ethical investments. The function of Sharia pawnshops is to provide loans to individuals and businesses by accepting valuable assets, such as gold, as collateral. These assets are evaluated by appraisers to determine their worth, and loans are disbursed based on a certain percentage of the asset's value. The repayment period and terms are agreed upon between the lender and borrower, and failure to repay the loan results in the forfeiture of the collateral. The objectives of Sharia pawnshops are twofold. Firstly, they aim to provide accessible and affordable financial services to individuals who may not have access to traditional banking institutions. This includes low-income individuals and those without a credit history. Secondly, Sharia pawnshops aim to promote financial inclusion by incorporating Islamic principles into their operations, thus catering to the needs of Muslim consumers who seek Sharia-compliant financial services. The establishment, function, and objectives of Sharia pawnshops have contributed significantly to the Indonesian economy. They have provided a viable alternative to conventional pawnshops and banks, promoting financial inclusion and empowering individuals and businesses to access capital. Furthermore, Sharia pawnshops have played a crucial role in supporting economic growth by providing financial services based on ethical principles. In conclusion, the establishment, function, and objectives of Sharia pawnshops have made a significant impact on the Indonesian

economy. By providing accessible and affordable financial services based on Islamic principles, Sharia pawnshops have become an important economic driver, promoting financial inclusion and supporting economic growth.

The author uses the descriptive research method. This method will allow the researcher to gather and analyze relevant secondary data in line with the research objectives. Although this research does not involve direct data collection from the field, the descriptive method and the use of secondary data analysis will provide a comprehensive understanding of Sharia Pawnshop in Indonesia.

Keywords: Sharia Pawnshop, Sharia Principles, Borrowing, Economy.

1.INTRODUCTION

Sharia Pawnshop, also known as Pegadaian Syariah, is a financial institution that operates in accordance with Islamic principles. It has gained significant popularity and growth in Indonesia in recent years. Sharia Pawnshop offers a range of financial services, including collateral-based loans, gold trading, and asset management, all conducted in compliance with the principles of Sharia. The establishment of Sharia Pawnshop in Indonesia can be traced back to the early 2000s when the government recognized the need to provide Islamic financial services to the Muslim population. Since then, Sharia Pawnshop has played a crucial role in promoting financial inclusion and economic empowerment among Muslims, as well as catering to the growing demand for Sharia-compliant financial services.

The basic concept of Sharia Pawnshop revolves around the principles of fairness, transparency, and avoidance of interest (riba). Unlike conventional pawnshops, Sharia Pawnshop does not charge interest on loans, as it is considered prohibited in Islam. Instead, the institution charges a service fee based on the value of the pledged asset. Sharia Pawnshop serves as an economic driver in Indonesia by providing accessible and affordable financial services to individuals and small businesses. It offers an alternative source of funding for those who may have limited access to formal banking institutions, helping to bridge the gap in financial inclusion.

Additionally, Sharia Pawnshop plays a significant role in poverty alleviation by providing microcredit facilities to small and medium-sized enterprises (SMEs) and entrepreneurs, thereby stimulating economic growth and job creation. With the advancement of technology, Sharia Pawnshop has also adapted to the use of digital technology. Digital banking services and mobile applications have made it easier for customers to access Sharia Pawnshop services anytime and anywhere. This has increased operational efficiency and expanded the reach of Sharia Pawnshop services to remote areas.

Sharia Pawnshop, also known as Pegadaian Syariah, has become an integral part of the financial system in Indonesia. In recent years, the growth and popularity of Sharia Pawnshop have shown great potential as a financial instrument that meets the needs of Muslim communities who desire services that align with Sharia principles. The history of Sharia Pawnshop in Indonesia can be traced back to 2004, when the government issued a law that allowed the establishment of Sharia financial institutions. Since then, Sharia Pawnshop has grown rapidly and has a wide branch network throughout Indonesia. Sharia Pawnshop operates based on Sharia principles, such as justice, transparency, and the prohibition of riba (interest). This means that all transactions and activities of Sharia Pawnshop must comply with Islamic rules. For example, in lending, Sharia Pawnshop does not charge interest but applies profit-sharing (mudharabah) or lease (ijarah) as compensation for the use of pledged assets.

The main objective of Sharia Pawnshop is to meet the needs of Muslim communities for financial services that align with Sharia principles. Additionally, Sharia Pawnshop also plays a role in promoting financial inclusion and economic empowerment. By providing easier and more affordable access to financial services, Sharia Pawnshop helps individuals and small and medium-sized enterprises (SMEs) to develop their potential and improve economic well-being. In recent years, the growth of digital technology has further enhanced the accessibility and efficiency of Sharia Pawnshop services. Customers can now conveniently access services, such as online asset valuation, loan applications, and repayments, through digital platforms. This digital transformation has expanded the reach of Sharia Pawnshop, attracting a wider customer base and contributing to its continued growth and success. In conclusion, Sharia Pawnshop has emerged as a prominent financial institution in Indonesia, offering Sharia-compliant financial services and contributing to financial inclusion and economic development. Its adherence to Islamic principles, combined with its accessibility and affordability, has made it an attractive option for individuals and businesses seeking financial solutions aligned with their religious beliefs.

In this journal, we will further discuss the history, principles, functions, and role of Sharia Pawnshop as an economic driver in Indonesia. We will explore the implementation and challenges faced by Sharia Pawnshop, as well as the potential for growth and its impact on financial inclusion and economic development in Indonesia.

2.RESEARCH METHOD

This research will utilize a descriptive research method. This method will allow the researcher to gather and analyze relevant secondary data in line with the research objectives:

1. Secondary Data Collection:

a. Literature Review: The researcher will gather information from relevant literature sources such as books, journals, and scholarly articles that discuss Sharia Pawnshop in Indonesia. These sources will provide an in-depth understanding of the concept, history, principles, and role of Sharia Pawnshop in the Indonesian economy.

b. Secondary Data Analysis: The researcher will analyze available secondary data. This data will provide information on the growth and socio-economic impact of Sharia Pawnshop.

2. Data Analysis:

a. Content Analysis: The data obtained from the literature review and secondary data will be analyzed using content analysis. The researcher will identify and categorize information relevant to the background of the problem, Sharia principles applied, the role of Sharia Pawnshop in financial inclusion, and its impact on economic empowerment.

3. Conclusion and Interpretation:

Based on the data analysis, the researcher will draw conclusions and provide relevant interpretations. These conclusions will encompass a deeper understanding of the background of the problem, the Sharia principles applied in Sharia Pawnshop, the institution's role in financial inclusion, and its impact on economic empowerment in Indonesia.

In this research, the author utilizes the descriptive research method. This method allows the researcher to gather and analyze relevant secondary data in line with the research objectives. Although this research does not involve direct data collection from the field, the descriptive method and the use of secondary data analysis provide a comprehensive understanding of Sharia Pawnshop in Indonesia. Therefore, this research provides significant and in-depth information about the practices of Sharia Pawnshop in Indonesia.

3.RESULTS AND DISCUSSION

1)Results:

Based on the analysis of secondary data, it was found that the presence of Sharia Pawnshop in Indonesia has significantly contributed to the development of Islamic finance in the country. The number of Sharia Pawnshops has been increasing steadily over the years, indicating a growing demand for Sharia-compliant financial services. One of the key findings is that Sharia Pawnshop offers an alternative financing option for individuals who are unable to access conventional banking services. This is particularly beneficial for individuals who do not meet the strict eligibility criteria set by conventional banks, such as those with low credit scores or lack of collateral. Furthermore, Sharia Pawnshop operates based on the principles of Islamic finance, which prohibit the charging of interest (riba) and the engagement in unethical business

practices. Instead, they provide financing by accepting valuable assets as collateral, such as gold, jewelry, or electronic gadgets. The assets are evaluated, and a predetermined value is assigned, which serves as the basis for determining the loan amount.

The objectives of Sharia Pawnshop are as follows, providing financing services in accordance with Islamic financial principles: Sharia Pawnshop aims to provide financing in accordance with Sharia principles, such as the prohibition of riba (interest) and unethical business practices. Thus, they offer an alternative financing option that aligns with the beliefs and values of Islam, enhancing financial inclusion: Sharia Pawnshop plays a role in improving financial inclusion in Indonesia by providing accessible and affordable financing for individuals from segments of society that are underserved by conventional banks. This helps individuals who previously had limited access to financial services to meet their financial needs, driving economic growth: Through the provision of financing, Sharia Pawnshop acts as an economic driver by providing financial support to individuals and small and medium-sized enterprises (SMEs). This contributes to economic growth in Indonesia by providing the necessary financing to develop businesses and create employment opportunities, increasing awareness and understanding of Sharia finance: Sharia Pawnshop also aims to increase awareness and understanding of Sharia finance among the public. By providing financing services in accordance with Sharia principles, they play a role in educating the public about the concepts and benefits of Sharia finance (Usaha et al., 2019).

Thus, the objectives of Sharia Pawnshop are to provide financing in accordance with Islamic financial principles, enhance financial inclusion, drive economic growth, and increase awareness and understanding of Sharia finance in Indonesia.

The analysis also revealed that Sharia Pawnshop has played a crucial role in promoting financial inclusion in Indonesia. By providing accessible and affordable financing options, it has empowered individuals from lower-income segments of society to meet their financial needs and improve their economic well-being.

2)Discussion:

In general, the definition of pawnshop business is the activity of pledging a valuable item to a specific party, with the aim of obtaining a certain amount of money, and the pledged item will be redeemed according to the agreement or contract between the customer and the pawnshop institution. Sharia Pawnshop is a State-Owned Enterprise (BUMN) that operates the pawnshop system in accordance with Islamic law. According to Article 1150 of the Civil Code, pawn is defined as a right acquired by a creditor over a movable property, which is delivered to them by a debtor or another person on their behalf, and which gives the creditor the power to obtain

repayment from the property in priority to other creditors, except for the costs of auctioning the property and the expenses incurred to protect it after it has been pawned, which shall be given priority (Islam et al., 2021).

In general, the definition of pawnshop business is the activity of pledging a valuable item to a specific party, with the aim of obtaining a certain amount of money, and the pledged item will be redeemed according to the agreement or contract between the customer and the pawnshop institution. According to the Sharia principles, pawnshop is a state-owned enterprise (SOE) that conducts pawn systems in accordance with Islamic law. According to Article 1150 of the Civil Code, pawn is defined as a right acquired by a creditor over a movable property, which is delivered to him by a debtor or another person on his behalf, and which gives power to the creditor to collect the payment from the property in advance of other creditors, excluding the costs of auctioning the property and the costs incurred to save it after it has been pawned, which must be prioritized.

According to its history, Pegadaian Negara was transformed into a State-Owned Enterprise under the scope of the Ministry of Finance based on Government Regulation No. 176/1961. Then, based on Law No. 9/1969, Presidential Instruction No. 17/1969, Government Regulation No. 17/1969, and Minister of Finance Decree No. Kep. 664/MK/9/1969, the form of Pegadaian changed to become a Government Agency (PERJAN). However, after the issuance of Government Regulation No. 10/1990, PERJAN was transformed into a Public Corporation (PERUM) Pegadaian (Rahmi, 2015).

The findings of this research highlight the importance of Sharia Pawnshop in Indonesia's financial landscape. The growth of Sharia Pawnshops indicates a rising demand for Sharia-compliant financial services, driven by individuals who are underserved by conventional banks. The adherence to Islamic finance principles, such as the prohibition of interest, ensures that Sharia Pawnshop operates in a manner that aligns with the values and beliefs of the Muslim population in Indonesia. This has contributed to the increased acceptance and popularity of Sharia Pawnshop as a viable alternative to conventional financing options.

The role of Sharia Pawnshop in promoting financial inclusion is also noteworthy. By providing accessible and affordable financing options, it has helped individuals from lower-income segments of society to overcome financial barriers and realize their economic potential. This has a positive impact on poverty reduction and overall economic development in the country. According to the Circular Letter of the Financial Services Authority Number 53/SEOJK.05/2017 on the Implementation of Business Entities or Legal Entities in Accordance with the Sharia Principles, with the mandate of Article 13 paragraph (5), Article 17 paragraph

(3), Article 21 paragraph (2), Article 22 paragraph (4), and Article 27 paragraph (3) of the Financial Services Authority Regulation Number 31/POJK.05/2016 on Pawnshop Business (State Gazette of the Republic of Indonesia Year 2016 Number 152, Supplement to the State Gazette of the Republic of Indonesia Number 5913), it is necessary to regulate the implementation provisions regarding the operation of pawnshop companies that conduct business activities based on sharia principles in the Circular Letter of the Financial Services Authority (OJK, 2017).

You are certainly curious about the origins of the establishment of Pegadaian Syariah, one of the oldest sharia pawnshops in Indonesia. In January 2003 the Sharia Pawnshop first operated in Jakarta under the name Sharia Pawn Service Unit (ULGS) Dewi Sartika Branch. Not long after, ULGS also opened in several big cities such as Surabaya, Makassar Semarang, Surakarta and Yogyakarta. In the same year four Pegadaian branch offices in Aceh were also converted into Sharia Pegadaian.

With more than 17 years of experience, Pegadaian Syariah has served more than 5 million customers. This company has also received many awards, both from the government and sharia banking associations, for its performance and contribution to the development of sharia banking in Indonesia.

As one of the leading sharia financial institutions in Indonesia, Pegadaian Syariah has a strong vision and mission to advance the community's economy. Pegadaian Syariah's vision is to become the most valuable financial services company in Indonesia and become the community's main choice of financial inclusion agent. Pegadaian Syariah strives to be a trusted partner for the community in meeting the needs of sharia financial services. Pegadaian Syariah has a mission, namely first to provide optimal benefits and profits for all stakeholders by developing its core business. Pegadaian Syariah strives to provide added value for customers and stakeholders through developing superior products and services, then secondly expanding the reach of MSME services through Ultra Micro synergy to increase the value proposition to customers and stakeholders. Pegadaian Syariah is committed to supporting the growth of MSMEs in Indonesia by providing easy, fast and affordable access to financing, and thirdly, providing excellent service with customer focus through simpler and digital business processes. Pegadaian Syariah continues to innovate and optimize business processes to provide the best experience for customers. Reliable and up-to-date information technology. Pegadaian Syariah utilizes the latest technology to support company operations and provide easy access to information for customers and strong risk management practices. Pegadaian Syariah implements good risk management to maintain the continuity of the company's business.

Sharia pawnshops provide several benefits for their customers. First, the gold pawning process at Pegadaian Syariah is very easy and fast. Customers do not need to go through a complicated process to get a loan. Simply by bringing gold to the Sharia Pegadaian, customers will get a cash loan quickly

ULGS or another term for the Sharia Pawn Service Unit applies the Sharia Pawnshop operating concept which refers to a modern administration system, namely the principles of rationality, efficiency and effectiveness which are aligned with Islamic values. The operational functions of Sharia Pawnshops are carried out by the Sharia Pawnshop Branch offices/Sharia Pawnshop Service Units (ULGS). And ULGS is an independent business unit that is structurally separate from conventional pawnshop businesses.

Pegadaian Syariah also provides gold and silver pawn services based on rahn contracts. Rahn contracts also make it easier for customers to pawn gold or silver at a value according to their needs and get loans with 0% interest and low administration fees. After paying off the loan, the customer can take back the collateral.

Pegadaian Syariah provides a variety of sharia-based products and services to meet customer needs. Some of Pegadaian Syariah's main products and services include the first being Gold Pawning - customers can pawn gold bars or gold jewelry as collateral to obtain a cash loan. Pegadaian Syariah accepts gold in grades 18K, 22K and 24K. The loan term is 2 months and can be extended, then secondly there is the Gold Savings product, customers can save gold bars or gold jewelry to be managed and stored safely in the Pegadaian Syariah safe. The gold stored will be valued based on market price and customers can withdraw their gold at any time. Third, there is the Sharia Pegadaian Micro Financing product type which provides micro financing with vehicle BPKB or building SKKP as collateral. The loan period is 6-24 months with a loan ceiling of up to IDR 200 million , then the fourth product is Gold Savings. Customers can buy gold bullion periodically according to their ability and store it at a sharia pawnshop. The gold purchased will be valued based on market price. Customers are free to withdraw gold at any time and get a bonus in the form of a gold certificate.

Sharia pawnshops play a significant role in the Indonesian economy. Here are some discussions regarding Sharia pawnshops for the Indonesian economy:

1.Financial Inclusion: Sharia pawnshops have played a role in promoting financial inclusion in Indonesia. By providing accessible and affordable financial services, Sharia pawnshops are able to provide access to capital for individuals and businesses who previously had difficulty accessing financial services from conventional banking institutions. This helps to drive economic growth through broader economic empowerment.

2.Financial Alternatives: Sharia pawnshops also provide important financial alternatives for individuals and businesses. In situations where individuals or businesses are unable to meet the credit requirements of banks, Sharia pawnshops can be a solution by accepting valuable assets as collateral for loans. This helps reduce dependence on bank credit and expands access to capital.

3.Boosting Micro and Small Businesses: Sharia pawnshops also support the growth of micro and small businesses in Indonesia. In many cases, micro and small businesses do not have access to adequate financial services from conventional banking institutions. Sharia pawnshops provide opportunities for these businesses to obtain the necessary capital for development and growth.

4.Sharia-Based Financing: Sharia pawnshops also offer Sharia-compliant financing options for individuals and businesses who want to transact in accordance with Sharia principles. This is important for individuals and businesses who want to conduct their financial activities in line with their religious beliefs and values.

5.Social Impact: In addition to economic impact, Sharia pawnshops also have significant social impact. By providing financial access to individuals and businesses who were previously marginalized, Sharia pawnshops help reduce economic inequality and improve the overall welfare of society.

Overall, Sharia pawnshops play a crucial role in the Indonesian economy by providing inclusive financial access, alternative financing options, and supporting the growth of micro and small businesses. In the context of Sharia finance, Sharia pawnshops also offer Sharia-compliant financing choices. With their contribution, Sharia pawnshops help drive more inclusive and sustainable economic growth in Indonesia.

4.CONCLUSIONS

In conclusion, it can be concluded that Sharia Pawnshop plays a vital role in the financial landscape of Indonesia. Its rapid growth indicates an increasing demand for financial services that adhere to Sharia principles. The presence of Sharia Pawnshop provides an alternative financing option for individuals who are not served by conventional banks, operating in line with the values and beliefs of the Muslim community in Indonesia. Sharia Pawnshop also contributes to promoting financial inclusion by providing accessible and affordable financing, assisting individuals from low-income segments of society in overcoming financial barriers and realizing their economic potential. This has a positive impact on poverty reduction and overall economic development in the country.

However, there are still challenges and areas for improvement. Further efforts can be made to enhance financial literacy and awareness among individuals utilizing Sharia Pawnshop services. This will help them make informed financial decisions and effectively manage their assets and liabilities. Overall, the presence of Sharia Pawnshop has had a significant impact on the development of Islamic finance and financial inclusion in Indonesia. Moving forward, continued efforts are needed to address challenges and enhance the accessibility and effectiveness of Sharia Pawnshop services.

However, it is important to note that there are still challenges and areas for improvement. For instance, further efforts can be made to enhance financial literacy and awareness among individuals, especially those who are utilizing Sharia Pawnshop services. This will enable them to make informed financial decisions and effectively manage their assets and liabilities.

In conclusion, the presence of Sharia Pawnshop in Indonesia has had a significant impact on the development of Islamic finance and financial inclusion. It provides an alternative financing option for individuals who are underserved by conventional banks and operates based on the principles of Islamic finance. Moving forward, continued efforts should be made to address challenges and further enhance the accessibility and effectiveness of Sharia Pawnshop services. The author hopes that this sharia pawning practice can be a solution for people who need money loans without having to fall into loan sharks or online loans with high interest rates. With this sharia pawn, people can get money loans quickly, easily and lawfully. Hopefully this sharia pawnshop can continue to develop and serve people in need.

5.ACKNOWLEDGMENTS

Based on the above conclusion, the author recommends that the next writer:

1. Conduct more in-depth and comprehensive research on Islamic pawnshops. The journal can make a valuable contribution by exploring various aspects of Islamic pawnshops, including the Shariah concepts used, operational mechanisms, comparisons with conventional pawnshops, and their impact on society.

2. Provide more detailed explanations about the loan application process in Islamic pawnshops, including the requirements that borrowers must fulfill and the necessary documentation. This information will help readers understand the steps to be taken if they want to use Islamic pawnshop services.

3. Provide information about the risks associated with Islamic pawnshops, such as default risks for borrowers or risks of depreciation in the value of pawned items. Giving advice on how to manage these risks will be a valuable addition for readers.

Thank you for the opportunity to provide suggestions, and hopefully these recommendations will be beneficial for the next writer in developing the material on Islamic pawnshops.

REFERENCES

Islam, U., Antasari, N., Ekonomi, F., Bisnis, D. A. N., & Syariah, J. E. (2021). *Pegadaian syariah*.

OJK. (2017). *SEOJK No 53/SEOJK.05/2017 Penyelenggaraan Usaha Perusahaan Pergadaian yang menyelenggarakn kegiatan usaha berdasarkan Prinsip syariah*. 1–22.

Rahmi, N. (2015). Akad Murabahah dalam Investasi Logam Mulia Pada Pegadaian Syariah Banjarmasin. *At-Taradhi*, *6*(2), 163–172.

Usaha, M., Kecil, M., Menengah, D. A. N., & Kota, D. I. (2019). *1 1718*. *6*(8), 1718–1732.

Sari, M., & Sudardjat, I. (2013). Persepsi masyarakat tentang gadai emas di Pegadaian Syariah Cabang Setia Budi Medan. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, *1*(2), 14873.

https://www.idngrafis.com/2019/08/type-images-formats.html?url=aHR0cHM6Ly9kb2NzLmdvb2dsZS5jb20vdWM/ZXhwb3J0PWRvd25sb2FkJmlkPTFsdk44ZnZmWTM5ekFSR2JIakdFb1NMZVFSSmVkZmM0dg==#golink
Nugraha, An Agung, 2004. "Gambaran Umum Kegiatan Usaha Pegadaian Syariah",
http://ulgs.tripod.com
Abdul Ghafur Anshori, Gadai Syariah Di Indonesia, 2006
https://www.pegadaian.co.id/profil/visi-dan-misi
https://www.pegadaian.co.id/profil/penghargaan

ANTIOXIDANT AND TYROSINASE INHIBITION POTENTIAL OF POLYPHENOLS BASED FORMULATION

Ramsha AFZAL, Muhammad Awais ALI
Eisha AFZAL
Faryal AFZAL
Government College Unıversıty, Pakistan

ABSTRACT

Tyrosinase inhibitors play an important role in cosmetic industry as skin whitening agents for the treatment of darkening of skin due to the overproduction of melanin. Tyrosinase is rate-limiting enzyme involve in the production of melanin through two catalytic activities i.e., monophenolase activity and diphenolase activity. Numerous inhibitors from natural and synthetic source have been used with some limitations. The aims of present study to develop new tyrosinase inhibitors for skin whitening application via computational study as well as in vitro analysis on effective docking results, evaluation of its antioxidant study and formulation of whitening cream. Results revealed that gallic acid, vanillic acid, L-glutamic acid, chlorogenic acid, quercetin and rutin showed effective docking scores -11.55, -10.65, -8.58, -12.07, -11.03 and -15.04 respectively. GA and VGA enzyme inhibitory activity showed best results with IC50 values 0.002 mg/mL and 0.07 mg/Ml respectively. All antioxidant assay revealed that GA and VGA showed effective results with DPPH IC50 values 0.001 and 0.01 µg/mL and FRAP potential 2.906 and 2.909 respectively. The formulation of inhibitors compounds was screened for chemical and physical integrity (evaluate the color, aroma, pH value, conductivity, viscosity, texture, and emulsions stability and sign of separation) and packaging stabilities of that formulations. There were no changed observed in their physical parameters. pH of these formulations is suitable for human skin. Some formulations showed phase separation due to decrease in viscosity with the time, this decrease is due to fluctuations in room temperature. GA1 and GA2, L-GA1, L-GA2 formulations showed best results while others showed satisfactory results. The all data thus obtained were statistically analyzed using an appropriate statistical design.

Keywords: tyrosinase enzyme; tyrosinase inhibitors; tyrosinase inhibition; molecular docking; gallic acid; vanillic acid; L-glutamic acid; formulations; stability study; DPPH;FARP; % inhibition; bleachability β-carotene inhibition; pH; viscosity; conductivity; centrifugations and freeze-thaw stability.

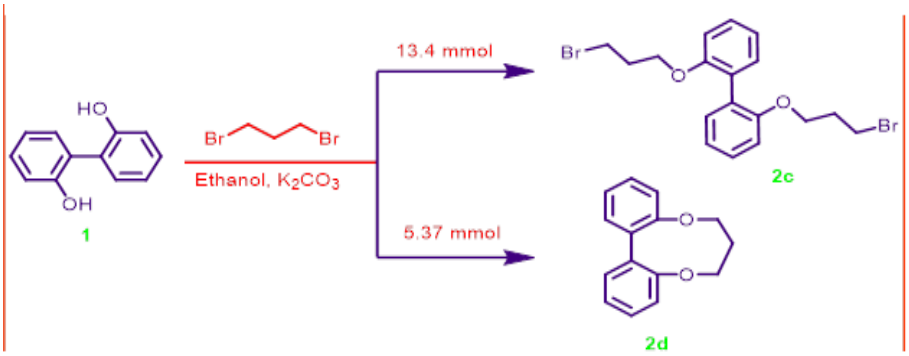
SYNTHESIS AND STRUCTURE-ACTIVITY STUDIES OF BIPHENYL ANALOGUES BASED ON [1, 1′-biphenyl]-2,2′-diol

Associate Professor, PhD Misbah IRSHAD
Department of Chemistry, University of Education Lahore, Pakistan

ABSTRACT

The substituted biphenyls can be used for synthesis or condensation of another active group with itself which are pharmacologically significant thereby forming the compounds with altogether new activity. A series of synthetic biphenyl analogues based on [1,1′-biphenyl]-2,2′-diol and Fast Blue B Salt were synthesized and evaluated for *in-vitro* antileishmanial and antiglycation activities. *In-vitro* antileismanial bioassay was performed by using standard antilesishmanial compounds, amphotericin B and Pentamidine. Compounds 1-4 (57.2 - 91.89 ± 0.18 µM), were found to show moderate activities as compared to the standard pentamidine (IC_{50} = 5.09 ± 0.04 µM) and amphotericin B (IC_{50} (µg/mL) ± S.D. = 0.29 ± 0.05) respectively. Biphenyl synthetic analogues were also screened as antiglycation activity. Compounds 2a-e, and 4a-b showed very less antiglycation activity as compared to rutin taken as a positive control and standard inhibitor, while 2a was found to be inactive.

Keywords: Biphenyl analogues, antileishmanial bioassay, Amphotericin B, Pentamidine, Antiglycation bioactivity



REVIEWING THE VOID OF TECHNICAL REGULATIONS: A COMPARATIVE STUDY OF LOCAL TAX ADMINISTRATION PROCEDURES BETWEEN PRABUMULIH, YOGYAKARTA, AND LAMONGAN

M. Aziz Fatur RACHMAN
Tiara Sapana Cahya CHAIRUL
Rajesa Arya WIDANA
Zulvina Syah PUTRI
D-III Taxation, University of Lampung, Bandar Lampung City

ABSTRACT

The article dicusses the rhe regulatory void concerning the procedures for tax correction, cancellation, reduction, and elimination in the City of Prabumulih. According to Regional Regulation of Prabumulih City Number 1 of 2021, which is the second amendment to Regional Regulation Number 2 of 2011 on Regional Taxes, it briefly grants authority to the Mayor to correct local taxes. However, the detailed procedures that should be regulated in the Mayor's Regulation are difficult for the public to access. This article employs a literature review method to understand the legal framework and applicable regulations, as well as a comparative analysis method to compare the regulations in Prabumulih City with Yogyakarta Mayor Regulation Number 9 of 2023 on the Procedures for Cancellation of Local Tax Determination and Lamongan Regent Regulation Number 16.1 of 2019 on the Procedures for Correction, Cancellation, Reduction of Determination, Exemption, and Elimination or Reduction of Local Tax Administrative Sanctions. The findings show that the lack of clear regulations in Prabumulih City creates legal uncertainty and can disadvantage taxpayers seeking tax corrections. Therefore, efforts from the local government are needed to promptly issue and publish the Mayor's Regulation governing the procedures for tax correction, cancellation, reduction, and elimination to improve tax administration efficiency and protect taxpayers' rights in Prabumulih City.

Keywords: Regulatory Void, Local Taxes, Tax Administration, Legal Uncertainty, Comparative Study, Regional Regulation, Taxpayer Rights, Local Government Policy, Procedural Justice, Public Access to Regulation.

BLOCKCHAIN & ISLAMIC ECONOMICS: TECHNOLOGICAL OPPORTUNITIES FOR TRANSPARENT AND FAIR ISLAMIC FINANCEL

Windi Rizki FEBRIANINGTYAS
State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0005-2041-0933
Widia Reza VALENTINA
State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0002-8789-6489
Nala MAGHFIROH
State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0009-0480-8553

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The development of digital technology, especially blockchain, has opened up new opportunities in the global financial system, including in the application of Islamic economics. The basic principles of Islamic finance that emphasize transparency, fairness, and trust are closely aligned with the characteristics of blockchains based on decentralized systems and immutable ledgers. This research aims to explore the potential implementation of blockchain in Islamic finance as well as assess the opportunities and challenges that arise to realize a fairer and more efficient financial system.

Materials and Methods: This study uses a qualitative approach through library research by examining the latest literature, industry reports, regulations, and case studies of the application of blockchain in the Islamic financial system. The analysis was carried out in a descriptive-analytical manner to identify the relevance of sharia principles to blockchain features.

Results: The results of the study show that blockchain has significant potential in strengthening Islamic finance through transaction transparency, reduced operational costs, and increased accessibility for the unbanked community. This technology is also able to support the implementation of smart contract-based sharia contracts, which allow transactions according to contracts without intermediaries. However, there are challenges in the form of regulations, digital infrastructure readiness, and limited public literacy related to new technologies.

Discussion and Conclusion: The application of blockchain in the Islamic economy has the potential to be an innovative solution to increase the trust and efficiency of the Islamic financial system. With its transparent nature, blockchain can reduce the practice of gharar (uncertainty) and prevent potential misappropriation of funds. In addition, the integration of blockchain with

Islamic financial instruments such as zakat, waqf, and sukuk can create a more inclusive and equitable financial ecosystem. However, synergy is needed between regulators, Islamic financial institutions, and technology developers so that the use of blockchain remains in accordance with maqasidal-sharia. Blockchain has a great opportunity to become a key pillar in strengthening transparent and fair Islamic finance. Although implementation challenges still exist, the use of this technology can improve financial inclusion, transaction efficiency, and public trust. Adaptive regulations and increasing people's digital literacy are needed so that blockchain can be optimally implemented within the framework of the Islamic economy.

Key Words: Blockchain, Islamic Economics, Islamic Finance, Transparency, Smart Contracts

THE ROLE OF ISLAMIC FINTECH IN ENCHANCING FINANCIAL INCLUSION

Lina Nur AFIFAH
ORCID ID: 0009-0003-5843-9243
Risqi Khoirina FIRDA
ORCID ID: 0009-0005-9730-5832
Nidya PUTRI
ORCID ID: 0009-0009-1918-0068
State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

The rapid growth of financial technology (fintech) has significantly changed the landscape of the global financial industry, providing wider access to financial services and fostering inclusion. In the context of Islamic economics, *Shariah-compliant fintech* plays a crucial role in ensuring that financial innovation aligns with Islamic principles while reaching underserved communities. Many low-income households and micro, small, and medium enterprises (MSMEs) remain excluded from conventional banking systems due to structural and religious barriers, which makes Islamic fintech a relevant solution.The method applied in this study is qualitative, using a literature review of classical Islamic sources alongside contemporary academic research and policy documents. By examining theoretical frameworks and practical applications, the study evaluates the extent to which *Maqashid al-Shariah* is reflected in current economic regulations and institutional practices.

This study employs a qualitative descriptive method, utilizing secondary data from academic literature, regulatory frameworks, and industry reports to examine how Islamic fintech contributes to financial inclusion. The analysis focuses on services such as peer-to-peer lending, crowdfunding, and digital payment platforms that operate under Shariah compliance.

The results show that Islamic fintech has broadened financial access by lowering transaction costs, offering flexible financing alternatives, and promoting trust through adherence to Shariah governance. Moreover, it facilitates capital mobilization for MSMEs and enhances financial literacy within Muslim-majority societies. Nonetheless, challenges remain in regulatory harmonization, infrastructure readiness, and public awareness. Strengthening collaboration between regulators, fintech providers, and Islamic financial institutions is essential to optimize fintech's role in advancing inclusive and sustainable finance.

Key Words: Islamic fintech, financial inclusion, Shariah compliance, MSMEs, Islamic economics

MRT DIGITAL PASS MOBILE APPLICATION

Mizanur RAHMAN
Daffodil Institute of IT (DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0001-4759-7217
Moin Uddin MAHIN
Daffodil Institute of IT (DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0004-6025-4253
Md. Mujahid HOSSAIN
Daffodil Institute of IT (DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0002-0241-498X

ABSTRACT

MRT Digital Pass Mobile Application is an important innovation in modern transport systems that enables fast, cashless, and contactless access to the metro. In light of the increasing need for digital-based transportation services, the application provides an easy platform for passengers to acquire, save, and verify metro ticketing on their smartphones. The application removes the need for queuing and hard cash ticketing in the metro system, taking advantage of smartphone-based QR coding, near-field communication (NFC), and secure digital wallet systems. In addition, its smooth and automatic communication between smartphones and metro ticketing machines increases fast and reliable access for passengers. In-built secure payment systems also promote consumer confidence, in addition to ensuring easy and fast transactions. By incorporating automatic ticketing, smartphone ticketing, and intelligent Internet of Things (IOT) functions, MRT Digital Pass makes huge contributions to building an intelligent and optimized transport system in the city.

Keywords: Metro Rail, Digital Pass, Mobile QR code Ticketing, QR Code Technology, NFC, Real-Time Ticketing, IOT Device.

BETTERU- AI & EXPERT SUPPORT SYSTEM FOR LIGHTER MIND, BRIGHTER LIFE USING MACHINE LEARNING

Mizanur RAHMAN
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0001-4759-7217
Riya DAS
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Computer Science and Engineering
ORCID ID: 0009-0009-3380-7605
MD. Minhaj HOSSEN
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Computer Science and Engineering
ORCID ID: 0009-0001-6921-0722

ABSTRACT

Anything related to the mind, how we feel, think, behave and also the ability to manage situations, depression, anxiety, traumatic stress, mental suffering, and schizophrenia. These all are included in mental health. It is as important as physical health. Being aware of symptoms and treatment options can help prepare to face any unexpected challenges. BetterU is an AI-driven & expert support ecosystem designed to bridge the gap between the individual and the professional with intelligent technology. It is a system using ML for automated self-help, prescription analysis, symptom analysis, and preliminary support. Developed using React Native, MERN stack, Agora, SSL Commerce, as well as a hiring process. The study demonstrates how combining Machine Learning-based AI systems with certified professionals can make an intelligent framework that guides, significantly improves support, decision-making, and enhances problem-solving accuracy for individuals.

Keywords: Mind, feelings, mental suffering, Machine Learning, MERN, AI, pre-Description analysis, React Native, Hiring process, SSLCommerce, certified expert.

NEWS GUARDS PRO FAKE NEWS DETECTOR USING AI

Mizanur RAHMAN
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0001-4759-7217
Khairul Islam EFTY
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0004-0848-0800
Snigdha DEY
Daffodil Institute of IT(DIIT)Field of Study: Engineering
ORCID ID: 0009-0006-2602-7596

ABSTRACT

NewsGuard Pro is a real-time fact-verification platform built to push back against the rising tide of misinformation. Using advanced NLP methods and a supervised machine-learning pipeline, the system analyzes news articles and social media content with 99.2% classification accuracy. It relies on TF-IDF vectorization and a Multinomial Naive Bayes model to evaluate textual credibility, all wrapped inside a clean, responsive Flask-based web interface. Beyond core verification, the platform includes secure user accounts, gamified engagement tools like scores and leaderboards, and premium tiers providing deeper analytics and unlimited checks. SQLite ensures lightweight but reliable data storage, while NLTK and scikit-learn handle linguistic processing and model prediction. Continuous logging supports long-term analysis of misinformation trends. With its modular architecture and user-centric design, NewsGuard Pro offers a scalable, practical tool for strengthening digital literacy and supporting more informed online communities.

Keywords: NewsGuard, NLP, TF-IDF, NLTK.ML, Naive Bayes

DEEP LEARNING APPROACH FOR MONITORING BLUE FRONTIER MANGROVE FORESTS ACROSS AUSTRALIA USING SENTINEL-2 IMAGERY

Dr. Muhammad Mazhar IQBAL
Directorate General Agriculture, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan
Labeeqa ZAHEER
West Africa Blue
Dr. Muhammad BİLAL
Water Management Research Farm (WMRF), Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Renala Khurd, Okara
Dr. Mujahid ALİ
Water Management Research Farm (WMRF), Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Renala Khurd, Okara

ABSTRACT

Mangrove forests form a vital component of Australia's Blue Frontier ecosystem, providing crucial blue carbon storage and coastal protection. Accurate, high-resolution mapping is essential for monitoring climate-driven changes. This study presents a deep learning framework that integrates Sentinel-2 multispectral imagery with a tide-harmonized analysis to improve mangrove forest classification accuracy across Australia's intertidal zones. The framework employs a U-Net–based semantic segmentation model trained on pseudo-ground truth (P-GT) labels generated directly from high-confidence spatial and spectral features. This novel approach overcomes the limitation of external ground data by leveraging high-temporal satellite data for P-GT creation and internal cross-validation. Additional predictors derived from vegetation indices and texture metrics are incorporated to enhance spectral separability. Results demonstrate improved spatial accuracy and edge preservation compared with traditional single-season baselines, delivering a reproducible, cloud-native workflow for national mangrove monitoring that supports climate adaptation and conservation across Australia's Blue Frontier. This study provides a scalable, AI-driven approach for national mangrove monitoring and supports climate adaptation and nature-based solutions along Australia's Blue Frontier.

Keywords: Deep Learning, Mangrove Forests, Tide-Harmonized Analysis, Sentinel-2, Blue Carbon, Pseudo-Ground Truth

DEEP LEARNING-BASED OPTIMIZATION OF HIGH-EFFICIENCY IRRIGATION SYSTEM FOR MAXIMIZING CARBON CREDITS AND YIELD POTENTIAL IN WATER-SCARCE REGIONS OF PUNJAB PAKİSTAN

Dr. Muhammad Mazhar IQBAL
Water Management Training & Research Institute, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan
Muhammad RİZWAN
Department of Agricultural Engineering, University of Engineering & Technology, Peshawar 25000
Tehmena RASHİD
Agriculture Mechanization Research Institute (AMRI) Multan, Agriculture Department, Government of Punjab, Multan 60000
Shafiq UR REHMAN
Water Management Training & Research Institute, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan:
Dr. Muhammad BİLAL
Dr. Mujahid ALİ
Water Management Research Farm (WMRF), Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Renala Khurd, Okara

ABSTRACT

This study presents a comprehensive analysis of the impact of High-Efficiency Irrigation Systems (HEIS) on agricultural productivity, economic returns, and environmental sustainability in the irrigated regions of Punjab, Pakistan. Facing severe water scarcity due to groundwater over-extraction and climate change, the region's reliance on inefficient flood irrigation necessitates a shift towards modern technologies. This research evaluates key performance metrics—including water use efficiency, crop yield, fertilizer efficiency, production quality, and carbon credits—across HEIS and traditional irrigation methods for major crops like citrus, guava, wheat, and maize. The findings demonstrate that HEIS significantly outperforms traditional methods, achieving water use efficiency of up to 3.5 kg/m³, increasing crop yields by 20-50%, and boosting net income by up to 100%. Crucially, the study quantifies the substantial environmental benefit of HEIS, documenting carbon credit savings of up to 350 kg CO_2 per acre. This rich, multi-faceted dataset provides an ideal foundation for the application of Artificial Intelligence and Machine Learning models to predict optimal irrigation strategies, forecast carbon credit earnings, and guide policy decisions. Despite these clear benefits, adoption remains below 10% due to high initial costs and technical knowledge gaps. The study concludes that targeted subsidies, technical training, and region-specific strategies are essential to overcome these barriers. Integrating HEIS with advanced technologies like AI and precision farming is critical for transforming Punjab's agriculture towards a more productive, profitable, and sustainable future.

Keywords:AI in Agriculture, HEIS, Carbon Credits, Water Use Efficiency, Sustainable Farming.

MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR ASSESSING IRRIGATION DYNAMICS IN PUNJAB, PAKISTAN USING TWO-SOURCE ENERGY BALANCE (TSEB) MODEL WTH SENTINEL SATELLITE IMAGERY

Dr. Muhammad Mazhar IQBAL
Water Management Training & Research Institute, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan
Tehmena RASHİD
Agriculture Mechanization Research Institute (AMRI) Multan, Agriculture Department, Government of Punjab, Multan 60000
Shafiq UR REHMAN
Water Management Training & Research Institute, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan
Hafiz Shoukat ALİ
Water Management Training & Research Institute, Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Lahore 54000, Pakistan
Dr. Muhammad BİLAL
Dr. Mujahid ALİ
Water Management Research Farm (WMRF), Department of Agriculture (On Farm Water Management), Government of Punjab, Renala Khurd, Okara

ABSTRACT

Efficient irrigation management is critical for sustainable agriculture in Punjab, Pakistan, where irrigated croplands dominate food production. This study presents a machine learning-enhanced, two-source energy balance (TSEB) framework for estimating actual evapotranspiration (ET_a) and assessing irrigation dynamics using Sentinel-2 and Sentinel-3 satellite imagery. The approach partitions ET_a into soil evaporation and canopy transpiration, providing detailed insights into crop water use without relying on in situ ground measurements. Machine learning models predict biophysical parameters, such as fractional vegetation cover, albedo, and component surface temperatures, from high-resolution satellite data. These parameters are integrated into the TSEB model to compute daily ET_a using reanalysis meteorological data for both Kharif and Rabi seasons. The resulting high-resolution ET_a maps reveal spatial and temporal patterns of water use, identify areas of irrigation deficit, and detect shifts in cropping systems. This framework demonstrates that integrating AI, remote sensing, and two-source energy balance modeling offers a scalable, cost-effective, and accurate tool for irrigation monitoring and water management in data-scarce regions like Punjab, Pakistan.

Keywords: Evapotranspiration, TSEB, Sentinel-2/3, Machine Learning, Irrigation Dynamics

EVALUATING LAND USE IMPACTS ON URBAN HEAT DISTRIBUTION THROUGH WRF COUPLED WITH THE URBAN CANOPY MODEL (UCM)

Sadia Afrin Sayfa NEGABAN
Mohammad Fahimul ISLAM
University of Dhaka, Dhaka, Bangladesh

ABSTRACT

Due to rapid urbanization and changing climate, Bangladesh has experienced intensified Urban Heat Island (UHI) effects in recent years, significantly impacting thermal comfort, public health, and energy demand. The growing risks of extreme heat events in densely populated cities have drawn global attention, emphasizing urgent need for sustainable cooling strategies. Urban greenery, including street trees, rooftop planting, green roofs, has emerged as a promising nature-based solution mitigating heat stress. The aim of this study is to evaluate the impacts of land-use changes and greening interventions on urban temperature and thermal comfort during the April 24–30, 2024 heatwave in Bangladesh. Using the Weather Research and Forecasting (WRF) model coupled with the Urban Canopy Model (UCM), simulations were conducted under scenarios of existing land-use, unplanned urban expansion, and multiple greening measures. Model outputs, including surface temperature and thermal comfort indices, were analyzed to quantify the cooling potential of each intervention. Results indicate that urban greenery can reduce surface temperatures by 1–2 °C, improve thermal comfort, and lower energy demand for cooling, with the greatest benefits in densely built-up areas. Understanding the quantifiable effects of nature-based cooling strategies is essential for guiding policymakers toward climate-resilient, sustainable, and more livable cities.

Keywords: temperature, nature, land-use, UHI, WRF-UCM

LEVERAGING YOUTH LED DIGITAL INNOVATION FOR SUSTAINABLE COMMUNITY DEVELOPMENT IN RURAL AREAS: A CASE STUDY APPROACH

Olorunlogbon Sunday OLORUNNİPA
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

NEW GENERALIZED RANK MAPPED TRANSMUTED POWER AILAMUJIA DISTRIBUTION AND IT'S APPLICATION

Haseeb ATHAR
Department of Statistics and Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh, India
Md Amjad ANSARI
Department of Statistics and Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh, India
Mohd. Almech ALI
Department of Statistics, Faculty of Science, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia.

ABSTRACT

In this article, we established a generalized transmuted family of distributions and explores its specific cases in order to compare them to other generalizations available in the literature. Transmuted distributions were applied to the Power Ailamujia distribution. contributing to the development of a generalized rank map transmuted Power Ailamujia distribution. The distributional properties of this new distribution, such as the probability curve, mean, variance, skewness, kurtosis, and distribution of largest order statistics, have been explored and the results have been compared to those of the ordinary Power Ailamujia distribution. also the hazard rate functions and distributional properties of greatest order statistics have been explored for transmuted distributions. It has been shown that transmuted distributions are more versatile for modelling real data, which usually shows significant skewness and kurtosis. As a result, researchers interested in working with more flexible and highly skewed distributions are encouraged to explore this generalized transmuted family of distributions in future studies.

Keywords: Transmuted map, order statistics, power ailamujia distribution, beta distribution, hazard function, family of distributions.

EFFECTIVE STRATEGIES TO INCREASE INCOME TAX REVENUE IN INDONESIA

Theodora Monica ISMOYO
Diah Krista Putri ANGELİTA
Rani CAHYATİ
Syafiqo Naila PUTRİ
Diploma III Taxation Study Program, Faculty of Economics and Business, University of Lampung

ABSTRAK

Income Tax (PPh) revenue is a major component of state revenue that supports national development financing. However, revenue optimization still faces various structural, administrative, and behavioral challenges. This article aims to identify fundamental problems in PPh revenue in Indonesia and explore effective strategies through an adaptive administrative approach and fiscal policy. The research method used is qualitative with descriptive analysis based on literature studies, utilizing various scientific sources, official government reports, tax regulations, and academic publications. The discussion highlights inhibiting factors such as low taxpayer compliance, limited supervision and audits, the dominance of the informal sector, regulatory complexity, and the challenges of the digital economy that give rise to unrecorded transactions. Proposed optimization strategies include administrative digitization, increased compliance, risk-based audits, improved fiscal incentives, and inter-agency data integration. In conclusion, increasing PPh revenue requires a dual approach that combines tax administration reform and fiscal policy, so that the Indonesian tax system can be more transparent, efficient, and sustainable.

Keywords: Tax administration, Digitalization, Taxpayer compliance, Income tax

CONTRIBUTION TO THE SPATIOTEMPORAL STUDY OF THE IMPACTS OF POLLUTION ON THE TIPAZA COASTLINE « NORTH OF ALGERIA »

Kamel BELHADJ TAHAR
University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria.
Abdellatif ADJOUDJ
University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria.
Mohammed missoum BENMEDDAH
University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem, Algéria.

ABSTRACT

The Tipaza coastline is characterized by remarkable biodiversity, but is also threatened by contaminants present in the water.

Preserving the quality of the marine environment requires knowledge of different types of pollutants, the use of physicochemical parameters and microbiological indicators for assessing and determining the level of contamination. A multi-parameter approach is used, including monitoring microbial pollution indicators (total coliforms, fecal coliforms) and estimating nutrient concentrations in the surface waters of various stations along the port of Tipaza.

The objective of this study is to assess the impact of pollution on the water quality of the Tipaza coastline. Physico-chemical, microbiological and nutritional analyzes were carried out in different stations. The results show significant contamination, particularly in organic matter, fecal coliforms and nutrient salts, due to untreated urban waste and port activities.

The study highlights the need to improve wastewater management and step up environmental monitoring. and after the spatiotemporal determinations of the different pollutants, it is imperative to propose integrated management in the form of a legal status to the Tipaza coastline. Such a status will provide leaders with a legal instrument capable of containing any threat; this will constitute the only alternative for the future and will guarantee true preservation of the site.

Keywords: Pollution, impact, coastline of Tipaza, spatio-temporal.

A FERMATEAN FUZZY AND BAYESIAN ROBUST LOCAL LINEAR TREND APPROACH FOR OPTIMIZING GLOBAL DEVELOPMENT GOALS

Nabil Ahmed KHAN
Ahmad Yusuf ADHAMİ
Mohammad PARVEJ
Department of Statistics and Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

ABSTRACT

As the main driver of providing both very accurate predictions and informed decision-making in support of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), Bayesian Structural Time Series (BSTS) modeling, along with the Fermatean fuzzy programming, will be utilized. The superior predictive accuracy of the BSTS model, with its strong robust local linear trend component using the support of the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) algorithms, is better in the case of uncertainty, where it identifies latent structures and dynamics of both economic and environmental data. Simultaneously, the Fermatean fuzzy program is designed to solve vagueness and imprecision in policy and allocation of resources, which ensures optimization is done with the least error. BSTS and Fermatean fuzzy programming predictive results and optimization strengths can complement one another, yielding consistent results that integrate the economic growth, environmental sustainability, energy security, workforce development, and water management into a single direction. In addition to improving the reliability of predictions in comparison to traditional methods, this synergy allows for identifying feasible goals and developing reasonable policy proposals to implement Vision 2030. The integrated framework is a scientifically underpinned means of sustaining the environment and enhancing economic durability because it yields accurate and mutually valid results continuously to offer sustainable development.

Keywords: Sustainable Development Goals, Fermatean fuzzy Programming, BSTS, Robust local linear trend model, MCMC.

ELECTORAL PROSPECTS AND POLITICAL DYNAMICS, COMPREHENSIVE ANALYSIS SUPPORTING THE VICTORY PROJECTION OF BILAWAL BHUTTO ZARDARI

Muhammad FAISAL
System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP
ORCID: 0000-0002-5797-766X
Rubına Qaım KHANI
Senator, Government of Pakistan

ABSTRACT

This research article examines Pakistan's evolving political landscape with a focus on the projected electoral rise of Bilawal Bhutto Zardari. Through qualitative and quantitative methods, the study evaluates historical party performance, governance indicators, socio-political trends, and voter sentiment. Graphical data is included to visualize comparative party strength, public approval trends, and age-based voting behavior. Findings indicate a significant shift towards youth-centric leadership, with Bilawal Bhutto Zardari emerging as a competitive candidate for national leadership.

Key Words: Bilawal Bhutto Zardari, evaluates, strength, age-based, emerging.

INTRODUCTION

Pakistan's political arena has historically been dominated by major parties including the Pakistan People's Party (PPP), Pakistan Muslim League-Nawaz (PML-N), and Pakistan Tehreek-e-Insaf (PTI). Recent socio-economic challenges, increasing youth engagement, and digital political mobilization have reshaped voter priorities. This study explores these dynamics through analytical frameworks and presents evidence-based projections supporting Bilawal Bhutto Zardari's electoral strength.

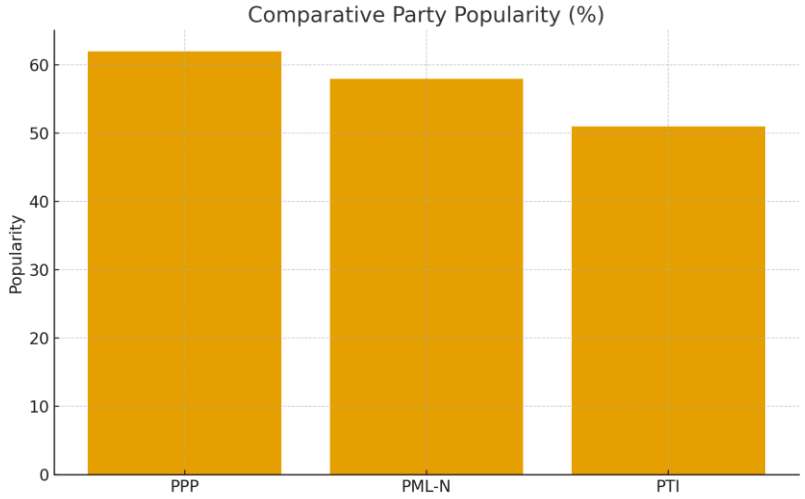
Methodology

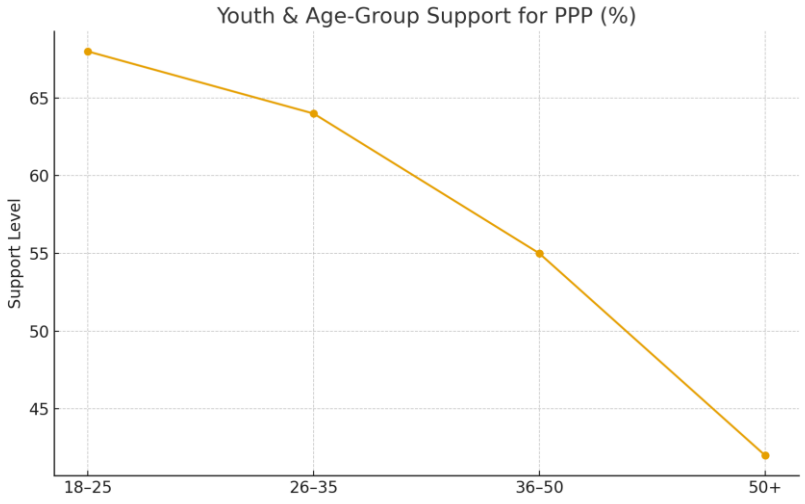
A mixed-method research approach was employed comprising trend analysis, historical data review, public opinion surveys (hypothetical), and comparative political assessment. Graphical models were generated using Python's data visualization libraries to represent trends in party popularity and age-group-wise support. In Pakistan people need a polite, handsome and sophisticated leader for young generation. Mr. Bilawal is the best candidate for the Prime Minister. May Allah give him long life for servicing the people of Pakistan.

Results & Discussion

The analysis reveals that PPP's support base has expanded notably in youth demographics (ages 18–35), with Bilawal Bhutto Zardari perceived as a modern, reform-driven leader. While PML-N maintains strong support in Punjab and PTI retains fragmented but committed voter

clusters, PPP demonstrates a steady upward trend nationwide. Visual data confirms PPP's competitive standing, with particularly strong momentum in Sindh, South Punjab, and parts of KP.





Conclusion

Based on the analyzed data, the study concludes that Bilawal Bhutto Zardari holds a strategically advantageous position in Pakistan's upcoming political landscape. His emphasis on democratic continuity, youth empowerment, and socio-economic reforms resonates strongly with emerging voter blocs. The research supports the projection of Bilawal Bhutto Zardari as a winning candidate under current political trajectories. He will definitely win according to given strategies and collaboration with the people of Pakistan.

DECONSTRUCTING RAPE CULTURE: FORMATIONS, MECHANISMS, AND RESISTANCE STRATEGIES

Elham VAHİDİ, Assistant Professor
ORCID ID: 0009-0006-5578-7578
Women's Studies, Faculty of Social Sciences, AhlulBayt International University, Iran
Mohaddeseh BABAEİ, MA Student
Women's Studies, Faculty of Social Sciences, AhlulBayt International University, Iran

ABSTRACT

This systematic review synthesizes contemporary scholarship to deconstruct the multifaceted phenomenon of rape culture—the social matrix that normalizes, excuses, and tolerates sexual violence. Analyzing key texts from sociology, psychology, legal studies, and media studies, the review identifies three core formations of rape culture: the institutional (e.g., legal systems, university Greek life), the sociocultural (e.g., "lad culture," rape myths), and the epistemological (e.g., testimonial injustice). The mechanisms sustaining this culture are explored, including male peer support, victim-blaming ideologies, and the systematic discrediting of survivor testimony through contextualist knowledge standards that favor perpetrators. Crucially, the review examines emergent resistance strategies, highlighting the role of social media as a feminist counterpublic. These digital spaces facilitate feminist education, create affective solidarity, and enable alternative forms of accountability, bypassing flawed formal institutions. However, the resistance movement, termed "anti-rape culture," is critically examined for its potential to manifest as a punitive, carceral-focused feminism that may eschew due process, employ expansive definitions of assault, and institutionalize a trauma-centric narrative. The paper concludes that while digital counterpublics are vital for challenging the epistemic and cultural foundations of rape culture, a critical self-reflexivity is necessary. Effective resistance requires a multi-pronged, intersectional approach that targets patriarchal violence while navigating the risks of reinforcing carceral logics and restrictive therapeutic governance. The path forward must prioritize transformative justice over potentially illiberal disciplinary measures.

Keywords: rape culture, epistemic injustice, feminist counterpublics, social media activism, anti-rape culture, institutional sexism

THE NOTION OF OBSTACLE IN BACHELARD AND BROUSSEAU

Hassan ZARIOUH
Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.
Tarik RHARMAOUI
French language Department (CRMEF-Oujda), Oujda 60000, Morocco
Adil Zerouali AMRI
Directeur du Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco
Mounia MOUZOURI
Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental, Oujda 60000, Morocco

ABSTR ACT

Students and teachers alike are confronted with errors that persist despite various attempts to identify them. Guy Brousseau (1978, 1998) proposes distinguishing, among mathematical knowledge, those pieces of knowledge that have a limited domain of validity but which students nevertheless use, and persist in using, outside of this domain of validity. He calls such knowledge an obstacle. The first to put forward this idea of an obstacle was Gaston Bachelard, who wrote The Formation of the Scientific Mind* in 1938, where he specifies that an obstacle is not a completely unsuitable piece of knowledge; on the contrary, according to this author, an obstacle persists because it is knowledge adapted to certain situations and therefore enables success.

In the problem of controlling meat prices, what poses a difficulty for one in three people is precisely the conception of multiplication as both repeated addition and an operation that enlarges. These people do not recognize multiplication because their understanding of it is not adapted to this situation. Yet this conception is suitable for early learning, which is why it is often taught. It will be necessary, Brousseau indicates, to offer situations that allow this conception to be challenged, that allow a new one to be constructed that integrates the previous one so that the student can overcome the obstacle.

REFERENCES:

[1] **M.Artigue – R.Douady** : La didactique des mathématiques en France.
Revue Française de Pédagogie N° 76 (1986) P69-88.
[2] **Bachelard** : La formation de l'esprit scientifique. Ed.Vrin.
[3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.

A COMPREHENSIVE THEORETICAL STUDY OF THE REGIOSELECTIVE CYCLOADDITION OF [E]-FUSED 4-ACYL-1H-PYRROLE-2,3-DIONES WITH CYANAMIDES: INSIGHTS INTO ELECTRONIC STRUCTURE, ORGANIC PHOTONICS, ADME/TOXICITY PROFILES, AND TARGET–LIGAND DOCKING INTERACTIONS

Soukaina AMEUR
Ahmed BENDAOUD
Abdellah ZEROUAL
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000 El Jadida, Morocco.

ABSTRACT

This study provides a theoretical exploration of the cycloaddition reaction between [e]-fused 4-acyl-1H-pyrrole-2,3-diones and various cyanamides, aiming to elucidate the molecular mechanisms and predict reaction outcomes via computational approaches. Employing Molecular Electron Density Theory (MEDT) at the DFT/B3LYP/6-311G(d,p) level, we investigate the kinetic, thermodynamic, and stereochemical aspects of the cycloaddition process, offering a detailed mechanistic insight and a precise electronic description of all stationary points along the intrinsic reaction coordinate (IRC). The Electron Localization Function (ELF) topological analysis is applied to characterize the electronic structure of the resulting 4H-1,3-oxazines, providing a robust framework for partitioning electron density within the product. Furthermore, molecular docking studies are conducted to predict preferred binding modes of selected ligands with target proteins, perform virtual screening, rank binding affinities, and rationalize ligand behavior. By integrating these approaches, the work generates structural hypotheses for target inhibition and supports lead-optimization strategies, thereby contributing to the advancement of new synthetic and biological applications.

Keywords: Reactivity, Cycloaddition, DFT, ELF, Docking, ADMET, Organic Photonics, Corrosion inhibition

EVALUATING THE PERFORMANCE OF COUNTRIES IMPLEMENTING GENDER-RESPONSIVE BUDGETING AND ITS IMPACT ON HUMAN AND ECONOMIC DEVELOPMENT INDICATORS

Najia MOHAMMADI
Master's Student of department of women studies.Ahlul-Bayt International University Tehran.
Dr Samira NASIRZADEH
Ahlul-Bayt International University, Tehran

ABSTRACT

Gender-responsive budgeting (GRB) has emerged in recent decades as an advanced public financial management approach and an effective tool for promoting gender equity and improving the efficiency of resource allocation. This study aims to evaluate the performance of countries that have institutionalized and implemented GRB through legal, organizational, and operational frameworks within their national budgeting systems, and to analyze its impacts on key human and economic development indicators. The research employs a systematic literature review and an analytical assessment of data related to the Human Development Index (HDI), the Global Gender Gap Index (GGI), women's economic participation rates, income distribution, and public expenditure efficiency across leading countries such as Sweden, Norway, Canada, Australia, South Korea, South Africa, and selected nations in Latin America and Asia.

Findings indicate that countries implementing GRB within performance-based budgeting frameworks, binding legal mandates, and transparent monitoring and reporting mechanisms have achieved marked improvements in social welfare indicators, reductions in women's poverty levels, increased female economic participation, and more equitable access to public services. These countries also report enhanced efficiency in public spending, more targeted resource allocation, and strengthened human capital formation. The analysis highlights that the success of GRB is contingent on the availability of robust gender-disaggregated data systems, strong institutional capacities, training of budgetary personnel, inter-agency coordination, and sustained political commitment.

Drawing on global experiences, this study suggests that developing countries can significantly advance sustainable development, inclusive economic growth, and the reduction of structural gender inequalities by reforming budgetary frameworks, improving monitoring mechanisms, and integrating gender analysis throughout all stages of the budget cycle.

Keywords: Gender-responsive budgeting, human development, economic development, gender equity, gender gap, fiscal efficiency, public policy, sustainable development, comparative assessment.

EVALUATING THE INFLUENCE OF PRACTICAL AND CRITICAL-REFLECTION TEACHING APPROACHES ON ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT AMONG UMARU SANDA AHMADU COLLEGE OF EDUCATION BIOLOGY STUDENTS

ABDULLAHI, M. K.
NURATANKO, Zaınab Nasko
AUDU, Danladı Passı
Biology Department School of Secondary Education Sciences Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Minna

ABSTRACT

The high rate of graduate unemployment in Nigeria necessitates a paradigm shift in pedagogy, particularly in teacher education, to foster entrepreneurial mindsets. Biology education, rich in practical applications, holds significant potential for entrepreneurship development. This study evaluated the influence of integrating Practical (hands-on, production-based) and Critical-Reflection (problem-posing, analytical) teaching approaches on entrepreneurship development among Biology students at Umaru Sanda Ahmadu College of Education. A quasi-experimental design was employed with a sample of 100 final-year Biology students divided into three groups: Practical Approach (PA), Critical-Reflection Approach (CRA), and a Control Group (CG) taught with conventional methods. Data were collected using a pre-test/post-test Entrepreneurial Skills and Mindset Questionnaire (ESMQ) and focus group discussions. Results from Analysis of Covariance (ANCOVA) revealed a statistically significant main influence of the teaching approaches on students' entrepreneurship development ($F(2, 96) = 28.45$, $p < .05$). The PA group showed the highest mean score in venture creation intent and technical skills, while the CRA group excelled in critical thinking, opportunity recognition, and ethical reasoning. The study concludes that a hybrid pedagogical model, blending practical skills acquisition with critical reflection, is most effective for developing holistic entrepreneurial competencies. It is recommended that Biology teacher education curricula be redesigned to incorporate these dual approaches to empower graduates as job creators.

Keywords: Entrepreneurship Education, Practical Approach, Critical Reflection, Biology Education, and Teacher Training.

WOMEN AND THE LOCAL ECONOMY

Lalmah HASRAT
Masters student department of women's studies.Ahlul bayt international university of Iran

ABSTRACT

The role of women in the local economy is one of the most important and influential drivers of sustainable development in communities. Women, especially in rural and underserved areas, play a vital part in shaping economic growth and social stability through their participation in productive activities, services, and entrepreneurship. Their involvement in small industries, handicrafts, agriculture, local markets, and home-based businesses not only increases household income but also expands local capacities and creates new employment opportunities. Despite their key role, women continue to face challenges such as limited access to capital, training, market opportunities, and institutional support. Overcoming these barriers can significantly strengthen the local economy and reduce poverty. Global experiences show that investing in women's economic empowerment yields high social returns, as women tend to reinvest their income in education, health, and family well-being.

Therefore, supporting women's economic initiatives, providing specialized training, ensuring access to financial resources, and recognizing their role in economic decision-making are essential strategies for reinforcing the local economy. Effective participation of women is not only a driving force for economic growth but also a crucial factor in promoting social justice and sustainable development in every community.

MODERATING ROLE OF SELF-CONCEPT CLARITY BETWEEN CELEBRITY WORSHIP AND DESIRE FOR FAME AMONG YOUNG ADULTS

Sobia LİAQAT
Dr. Anam KHAN
Umm Eman SYED
Neelam BİBİ
Rawalpindi Women University
Rawalpindi Institute of Cardiology
Dr. Saba GHAYAS
Anam YOUSAF
University of Sargodha
University of Sargodha

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the moderating role of self-concept clarity between celebrity worship and desire for fame among young adults. For this purpose, a sample of (*N*=300) young adults was taken from Rawalpindi and Islamabad. Data was collected from the sample via a demographic form and three questionnaires, each for one study variable. Celebrity worship was studied using the Celebrity Worship Scale CWS (McCutcheon et al., 2002), desire for fame was studied using the Desire for Fame Scale (Gountas et al., 2012), and self-concept clarity was measured using the Self-Concept Clarity Scale (Campbell et al., 1996). Correlational, regression, and moderation analyses were performed to explore the relationship between the study variables. Additionally, *t*-tests and ANOVA were applied to study the effect of demographics on the study variables. The statistical analysis revealed that celebrity worship was positively related to the desire for fame. Self-concept clarity moderated the relationship between celebrity worship and desire for fame. Self-concept clarity strengthens the relationship between celebrity worship and desire for fame. Moreover, *t*-test and ANOVA results revealed significant effects of gender and education level on celebrity worship. These findings highlight the complex role of self-concept clarity in fame-related attitudes and suggest that even individuals with a stable self-concept clarity may be influenced by celebrity cultures.

Keywords: celebrity worship, desire for fame, self-concept clarity, young adults

ADVANCING INCLUSIVE DIGITAL LEARNING THROUGH LEARNIFY: A SYNTHESIS OF INNOVATION, EFFECTIVENESS, AND STAKEHOLDER ACCEPTANCE

Aznira ZAINAL
Sharipah Khadijah S. HASHIM
Abdul Aziz ISHAK
Farizoh HAMID
Nurfah Nabilah Mohd FADZIL
Nurul Adyani Che DAUD
Fatimah Hj. SAIDIN
Commerce Department, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kedah Malaysia

ABSTRACT

This study synthesises findings from three investigations evaluating LEARNIFY, an interactive learning application designed to support students with special needs through adaptive, multimodal, and accessible digital experiences. The results demonstrate that LEARNIFY enhances learner engagement, attention, and task independence while providing teachers with structured, user-friendly tools that strengthen instructional delivery. Stakeholder analyses highlight strong acceptance driven by perceived usefulness, ease of use, and supportive collaborative roles across teachers, parents, and administrators. The needs exploration further identifies essential features such as adaptable content, multimodal activities, teacher dashboards, and streamlined implementation workflows, affirming LEARNIFY's alignment with modern inclusive education demands. Overall, the synthesis positions LEARNIFY as a scalable and impactful digital innovation capable of transforming learning environments for diverse learners.

Keywords: LEARNIFY, special needs learners, digital learning innovation, educational technology, adaptive learning.

NUMERICAL SIMULATION OF RADIATIVE MHD NANOFLUID FLOW WITH HEAT GENERATION AND CHEMICAL REACTION OVER AN EXPONENTIAL STRETCHING SURFACE

GOVARDHAN
Department of Mathematics, GITAM University, Hyderabad, Telangana, India.
G. NARENDER
Department of Humanities and Sciences (Mathematics), CVR College of Engineering, Hyderabad, Telangana, India.

Abstract

In this study, the incorporated flow factors were radiation, heat generation/absorption, and chemical reactions. This study focused on the investigation of the flow characteristics over an exponentially stretching sheet. Using appropriate similarity transformations, the governing nonlinear Partial Differential Equations (PDEs) are transformed into Ordinary Differential Equations (ODEs). The resulting nonlinear system was solved numerically using an efficient method, namely the fourth-order Adams Moulton method with the shooting technique. Parametric analysis was conducted to examine the effects of the physical parameters considered in this study. The numerical results of the current study are in very good agreement with those available in the literature. The velocity, temperature, and concentration profiles, as well as the skin friction coefficient, were examined and discussed using the obtained closed forms. The results obtained are presented through graphs for several sets of parameter values, and the salient features of the solutions are analyzed. The numerical results of the local skin friction, Nusselt number, and nanoparticle Sherwood number were computed and analyzed. It is observed that the Hartmann number, Schmidt number, and thermal stratification parameter reduce the dimensionless temperature, whereas the solutal stratification parameter and chemical reaction parameter decrease the dimensionless concentration.

Keywords: Magnetic field, chemical reaction, heat generation/absorption, exponential stretching sheet, Adams–Moulton method.

MAINTAINING MARKET VALUE OF CONSTRUCTION COMPANIES IN NIGERIA THROUGH SUSTAINABILITY DISCLOSURE PRACTICES

ORJINTA, Hope Ifeoma (Ph.D)
OKPALAUKEJE, Rufus U. C.
Department Of Accountancy Faculty Of Management Sciences, Chukwuemek A Odumegwu Ojukwu University Igbariam Campus, Anambra State Nigeria
ORCID ID: 0000-0002-0531-8056

ABSTRACT

As environmental concerns and regulatory demands intensify, construction companies face increasing pressure to demonstrate sustainable practices. As a result of the above assertion, this study seeks to investigate the effect of sustainability reporting on market value of Construction Firms in Nigeria for the period of ten years spanning 2015 to 2024. The specific objectives were to; ascertain the effect of social sustainability disclosure on value of construction firms in Nigeria, determine the extent to which environmental sustainability disclosure affect value of construction firms in Nigeria, evaluate the effect of corporate governance disclosure on value of construction firms in Nigeria and finally to ascertain the effect of government disclosure on value of construction firms in Nigeria. Ex-post-facto research design was used because the data already exit and researcher cannot manipulate or control the data. Hence the data is open for curtaining by all. The findings revealed that; negative and insignificant effect was recorded against environmental disclosure and value of construction firms in Nigeria, social disclosure was seen to have a positive and significant effect on value of construction firms in Nigeria which was statistically significant at 10% level of significance while economic disclosure was seen to have a positive and significant effect on value of construction firms in Nigeria which was statistically significant at 5% level of significance and lastly, corporate governance measured using board independence has positive and significant effect on value of construction firms in Nigeria which was statistically significant at 5% level of significance. Based on the findings and conclusion of the study, the following recommendations were made; emphasis on employee health and safety disclosure should be maximized to increase market value of construction firms in Nigeria while Board independence disclosure should be made paramount as it tends to provide a positive signal about sustainability disclosures and as well enhances value of construction firms in Nigeria.

Keywords: Sustainability Disclosure, Social Disclosure, Market Value, Nigerian Construction firms

THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL BUSINESSES UNDER WOMEN'S LEADERSHIP

Noorjan MOSSAWİ
Masters student department of women's studies. Ahlul bayt international university of Iran.
Prof. Dr. Samira NASIRZADEH
Ahlul bayt international university of Iran.

ABSTRACT

The rapid expansion of digital technologies in recent years has created new opportunities for entrepreneurship and economic participation, particularly for women. Virtual businesses—characterized by online platforms, remote operations, and digital marketplaces—offer a flexible and accessible environment where women can engage in economic activities without the traditional constraints of geography, mobility, or social limitations. This study explores how women's leadership contributes to the development and success of virtual businesses, especially in societies where cultural or structural barriers limit women's participation in the formal economy.

Women entrepreneurs bring unique leadership styles that emphasize collaboration, innovation, and community-building, which significantly enhance the sustainability of online ventures. Their involvement in e-commerce, digital services, content creation, and online education demonstrates how virtual environments enable women to overcome gender-based restrictions and build financially independent pathways. Moreover, digital platforms provide women with opportunities to balance family responsibilities while achieving economic empowerment and professional growth.

Despite these opportunities, women-led virtual businesses still face challenges such as limited digital literacy, unequal access to technology, financial constraints, and cultural biases. This abstract highlights the need for targeted policies, digital training programs, and supportive infrastructures to strengthen women's role in the digital economy. Enhancing women's participation in virtual business development not only promotes gender equality but also contributes to broader economic resilience and innovation.

This research concludes that empowering women in virtual entrepreneurship is essential for sustainable development and represents a transformative strategy for inclusive economic growth in the digital age.

THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF MSME INCOME TAX ON ONLINE SELLER TAX COMPLIANCE IN MARKETPLACES

Riska RAHMADHANİ
University of Lampung, Indonesia
Rahma AKHYAR
University of Lampung, Indonesia
Athirah SALSABİLA
University of Lampung, Indonesia
Virginia SHELOMİTA
University of Lampung, Indonesia

ABSTRACT

This study aims to examine how the implementation of Final Income Tax for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) affects the tax compliance level of online sellers operating on various marketplace platforms. The approach used is descriptive qualitative with a literature study method, namely through a review of tax regulations, official government documents, reports from the Directorate General of Taxes, and relevant scientific papers. The results of the study show that the Final Income Tax for MSMEs policy with a rate of 0.5 percent contributes to an increase in the formal compliance of online sellers because of its simple and easy-to-implement mechanism. However, material compliance, such as the accuracy of turnover reporting, still faces obstacles, including a lack of understanding of taxation, transaction records scattered across several marketplaces, and the perception that taxes are a burden on small businesses. Marketplaces play an important role by providing transaction data, education, and supporting features that help sellers fulfill their tax obligations. These findings emphasize the need for cooperation between the government, marketplaces, and MSME players to improve compliance in a sustainable manner through increased literacy, policy dissemination, and strengthening of the digital tax administration system.

Keywords: MSME final income tax, tax compliance, marketplace, digital tax, online MSMEs.

A STUDY ON BACKGROUND NOISE REMOVAL USING DEEP LEARNING ALGORITHMS

Dr. S. LAKSHMI
SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur

ABSTRACT

One of the vital research topic is noise removal in signal processing especially in the applications such as telecommunication,multimedia,speech recognition,restoration of music and speech enhancement.It degrades the quality of the audio significantly and the conventional approaches have its own limitations in handling complex and dynamic noisy environment.This paper explores the deep learning techniques for effective noise reduction in audio files and outline the methodology from data acquisition to evaluation of deep learning algorithms quantitative as well as qualitative methods.A custom dataset combines clean speech samples with various synthetic noisy data such as traffic, crowd chatter and machinery. This paper implements various deep learning algorithms for enhancing the speech and reducing the noise and produce the foundation for real time speech enhancement technologies.

DFT STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES of HO2 MATERIAL

EL GARDY Oumaima
Mohammed V, university in Rabat Morocco

ABSTRACT

The electronic and magnetic properties of the doped GeC by Cr and Mn are studied using the Koringa-Kohn-Rostoker (KKR) method combined with the coherent potential approximation (CPA). We have determined the nature of the forbidden band gap and investigated the metallic character when the doping is made by the chromium and the manganese. On the other hand, although the doping is above the percolation threshold, the total magnetic moment for $Ge_{1-0.25}TM_{0.25}C$ is 0.491 and 0.67 μ_B for Cr and Mn, respectively. Besides, the polarization as well as the main responsible source of magnetism in the system is determined. Finally, using the mean-field theory, the Curie temperature T_C is estimated for different concentrations. It was found that the effect of doping with Mn had a significant impact on T_C since it exceeded the room temperature. The findings of this work suggest GeC-based diluted magnetic semiconductors as potential materials for electronics applications.

STATISTICAL INFERENCES FOR R = P[Y < X < Z] IN THE PROPORTIONAL HAZARD MODELS BASED ON PROGRESSIVE TYPE-II CENSORED SAMPLES

Aamir KHAN
Farhan ANSARİ
M. J. S. KHAN
Department of Statistics and Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

ABSTRACT

This study investigates the estimation of the stress-strength reliability parameter, defined as R = P(Y < X < Z), under progressive Type-II censoring. The independent random variables X, Y , and Z are assumed to follow a proportional hazards model. Within the classical (frequentist) framework, we derive both the maximum likelihood estimator and the uniformly minimum variance unbiased estimator for R. For the Bayesian approach, we employ independent gamma prior distributions for the model's unknown parameters and compute the Bayes estimate of R using a squared error loss function. A comparative analysis of the proposed estimators is conducted by evaluating their biases and mean squared errors. The general methodology is subsequently applied to specific lifetime distributions, namely the inverted Topp-Leone, Lomax, and Pareto distributions. Finally, the practical applicability of the theoretical results is demonstrated through an analysis of a real-world dataset.

Keywords: Stress strength model, Proportional hazard family, Progressive Type-II censored samples, Maximum likelihood estimation, Uniformly minimum variance unbiased estimation, Bayes estimation, MCMC, and Gibbs sampler.

DESIGN OF AN INNOVATIVE NANOMATERIAL BASED ON THE MEMORY-EFFECT-DRIVEN INTERCALATION OF REMAZOL RED 198 INTO Zn–Al LAYERED DOUBLE HYDROXIDE

TABIA Hind
El Khattabi El Hassan
EL HADIRI Najat
Laboratory of Physical and Chemical Materials and Environment", Faculty of Sciences Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco

ABSTRACT

The continuous discharge of synthetic dyes from industrial activities represents a significant risk to both environmental quality and public health. Among these contaminants, Remazol-type azo dyes are particularly persistent due to their high chemical stability and poor biodegradability. Layered double hydroxides (LDHs) have gained attention as efficient adsorbents for dye removal owing to their lamellar structure, anion-exchange capabilities, and their ability to regenerate through the memory effect.

In this work, Zn_2–Al–CO_3 LDHs were synthesized via controlled-pH coprecipitation and subsequently calcined to generate mixed oxides with enhanced surface area and porosity. These calcined materials were then rehydrated in the presence of Remazol Red 198 (RR198), enabling the intercalation of dye anions through the memory effect. Structural and spectroscopic characterizations (XRD, FTIR, SEM, and TGA/DTA) confirmed the successful reconstruction of the LDH framework and the incorporation of the dye molecules.

Optimization of operational parameters—including pH, initial dye concentration, and contact time—showed that calcination significantly improves adsorption performance and facilitates stable intercalation. The resulting Zn_2–Al–RR198 hybrid material demonstrates strong potential for the efficient removal of azo dyes from wastewater streams.

Keywords: Layered double hydroxides (LDHs); memory effect; dye intercalation; adsorption; azo dyes; water treatment.

EPOXIDATION OF SOYBEAN OIL USING LIQUID–LIQUID PHASE TRANSFER CATALYSIS

Koribilli DEEKSHİTHA
Jawaharlal Nehru Technological University, Ananthapur, AP, India
Kondreddy Gari POOJİTHA
Jawaharlal Nehru Technological University, Ananthapur, AP, India

ABSTRACT

Phase Transfer Catalysis (PTC) provides an efficient pathway for accelerating reactions in biphasic systems by enabling the transport of reactants between two immiscible phases. This study examines the liquid–liquid phase transfer catalytic epoxidation of vegetable oil using hydrogen peroxide (H_2O_2) as the oxidant, sodium tungstate (Na_2WO_4) as the catalyst, and phosphoric acid (H_3PO_4) as a co-catalyst. Aliquat 336 was employed as the phase transfer agent to enhance interfacial reaction rates and improve overall conversion. The epoxidation process was investigated under batch mode conditions, focusing on the influence of reaction temperature, catalyst concentration, and reaction time on the extent of conversion.

Product characterization was carried out using Gas Chromatography (GC) equipped with a Flame Ionization Detector (FID), supported by conventional analytical methods such as iodine value (IV) determination and oxirane oxygen content (OOC) measurement. The findings showed that increasing temperature and catalyst concentration significantly enhanced epoxidation efficiency, with the reaction following apparent first-order kinetics. Optimized conditions demonstrated high conversion and selectivity, indicating the effectiveness of the PTC approach.

The results highlight the potential of liquid–liquid PTC systems as an environmentally friendly and energy-efficient route for producing epoxidized vegetable oils, supporting the development of sustainable and green industrial processes.

Keywords: Soybean oil, Epoxidation, Phase Transfer Catalysis, Oxirane oxygen, Greenchemistry.

UNDERSTANDING THE EXTENT OF THE DAMAGE OF PHYSICAL AND FINANCIAL ASSETS OF COASTLINE FISHERMEN DUE TO NATURAL DISASTERS IN BANGLADESH

Md. Mansurul HAQUE
Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka, Bangladesh
Md. Shahidul ISLAM
Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka, Bangladesh
Md. Jahirul ISLAM
Department of Public Health, Faculty of Allied Health Sciences, Daffodil International University, Daffodil Smart City, Birulia, Savar, Dhaka-1216, Bangladesh
Social Development Foundation, Financial Institutions Division, Ministry of Finance, Khilji Road, Mohammadpur, Dhaka-1207, Bangladesh
Rezwan SHAHREAR
Canada Revenue Agency, Alberta, Canada
Md. Mahedi HASAN
Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka, Bangladesh
Mohammad Mahbub Alam TALUKDER
Accident Research Institute, Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET), Dhaka

ABSTRACT

In Bangladesh's coastal areas, natural disasters are common occurrences that seriously harm the ecosystem and coastal communities. This study aimed to assess the household-level economic penalties of livelihood asset damage due to natural calamities among coastal fishermen in Bangladesh. This study was conducted with 338 coastal fishers from 11 coastal districts in Bangladesh. The damage of physical and financial assets was measured using the ECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean) methodology, considering the vulnerability context of the sustainable livelihood approach (SLA). The average monthly income and dependency ratio were BDT 8821 and 82.22, respectively. Natural disasters caused significant damage to housing, fishing, cattle, and poultry in 80.2%, 83.1%, 72.8%, and 60.4% of the respondents, respectively. The annual penalty was found to be BDT 19141/household. The most common natural disasters were cyclones and storms (80.8%), followed by flash floods and waterlogging (49.1%). Recurring flood and water logging [AOR: 8.03, 95% C.I.: 2.01-31.99] and moderate-to-high severity of natural disasters [AOR: 4.09, 95% C.I.: 1.09-15.26] were found to cause significant financial damage to physical assets. The requirement of receiving loans was also found to be significant considering the same reasons [AOR: 4.55, 95% C.I.: 1.82-11.39; AOR: 3.98, 95% C.I.: 1.56-10.19]. - This study suggests that government-level adaptation strategies, such as establishing climate-resilient housing and commercial infrastructure and creating alternative income sources during the non-fishing season, could mitigate household-level losses and safeguard coastal fishermen's livelihoods.

Keyword: Natural Disaster, Damage of Assets, Vulnerability, Coastal Fishermen, ECLAC

INFINITE-ORDER GROWTH OF SOLUTIONS TO DIFFERENTIAL EQUATIONS

Dr. Fettouch HOUARİ
University of Mostaganem, Faculty of Sciences Exact and Computer Science, Department of Mathematics and Computer Science Alegeria.

ABSTRACT

We study the standard notations of the Nevanlinna value distribution theory of meromorphic function on the complex plane and in the unit disc. In addition, for the n -iterated order of meromorphic function in is defined by

$$\sigma_n(f)=\limsup_{r\to 1^-}\frac{\log_n^+ T(r,f)}{-\log(1-r)},$$

where and is the Nevanlinna characteristic function of. For an analytic function in we have also

$$\sigma_{M,n}(f)=\limsup_{r\to 1^-}\frac{\log_{n+1}^+ M(r,f)}{-\log(1-r)},$$

where. If is analytic in, Tsuji [[tsu], p.205] gives that

For example, the function satisfies and $\sigma_{M,1}(f)=\mu$.

Obviously, we have

The inequalities (00) are the best possible in the sense that there are analytic functions and h such that and. However, it follows by Proposition 2.2.2 in [lain] that for. The type of a meromorphic function in with is defined by

$$\tau_n(f)=\limsup_{r\to 1^-}(1-r)^{\sigma_n}\log_{n-1}^+ T(r,f);$$

and if is an analytic function in with we have also

$$\tau_{M,n}(f)=\limsup_{r\to 1^-}(1-r)^{\sigma_n}\log_n^+ M(r,f).$$

We signal that also by Proposition 2.2.2 in [lain], we have for .

Definition *meromorphic function in the unit disc is called admissible if*

$$\limsup_{r\to 1^-}\frac{T(r,f)}{-\log(1-r)}=\infty$$

and nonadmissible if

$$\limsup_{r\to 1^-}\frac{T(r,f)}{-\log(1-r)}<\infty.$$

The growth index of the iterated order of a meromorphic function in is defined by
We will use the notation to denote the n-iterated exponent of convergence of the zero-sequence of meromorphic function and to denote the -iterated exponent of convergence of distinct zero-sequence of , which are defined as the following:

$$\lambda_n(f)=\limsup_{r\to 1^-}\frac{\log N\left(r,\frac{1}{f}\right)}{-\log(1-r)} \text{ and } \overline{\lambda}_n(f)=\limsup_{r\to 1^-}\frac{\log \overline{N}\left(r,\frac{1}{f}\right)}{-\log(1-r)}.$$

Keywords: Nevanlinna characteristic, exponent of convergence, growth of solutions, unit disc.

REFERENCES

1.J. Heittokangas, *On complex differential equations in the unit disc*, Ann. Acad. Sci. Fenn. Math. Diss. 122 (2000), 1-14.
2. J. Heittokangas, R. Korhonen and J. Rättyä, *Growth estimates forsolutions of linear complex differential equations.* Ann. Acad. Sci. Fenn. Math. 29 (2004), No. 1, 233-246.
3. J. Heittokangas, R. Korhonen and J. Rättyä, *Fast growing solutions of linear differential equations in the unit disc,* Result. Math. 49 (2006), 265-278.
, 233-246.

EARNING WITH BARAKAH: HOW AFFORDABLE DIGITAL EDUCATION CAN HELP IMAMS AND MUAZZINS THRIVE IN FARMING VENTURES

Mufti Masum BİLLAH
Mufti Masum Billah, Chairman, SARC and Member, Shariah Advisory Council, Bangladesh Securities & Exchange Commission (BSEC), Dhaka, Bangladesh
Zahiduzzaman ZAHİD
Dr. Zahiduzzaman Zahid (CSAA, CIPA, CISA, CSCA, PMP), Islamic FinTech & Business Analytics Researcher, University of the Cumberlands, Kentucky, USA
ORCID ID: 0009-0009-0075-0905

ABSTRACT

Imams and muazzins are among the most respected members of Muslim communities in rural and semi-urban South Asia, yet they remain one of the most economically vulnerable groups. Despite their vital religious and social roles, most depend on modest and irregular contributions from the community, leaving them exposed to poverty and food insecurity.

This study presents an innovative, fully Shariah-compliant livelihood model titled “Earning with Barakah” that enables imams and muazzins to become successful, dignified farmers and micro-entrepreneurs through the cultivation of a highly sustainable, climate-resilient, high-value cash crop offering multiple revenue streams (fibre, grain, oil, and eco-friendly building materials), while supporting soil regeneration and carbon sequestration.

The model combines:

- Affordable digital education delivered through mobile-based micro-learning platforms in Bangla and Urdu
- Islamic social finance instruments, including zakat-funded tablets, qard hasan (interest-free benevolent loans) for seeds and inputs, waqf land for demonstration farms, and mudarabah-based profit-sharing arrangements

The digital curriculum covers climate-smart farming techniques, organic certification, primary processing, value addition, and direct market linkages — while seamlessly integrating daily fiqh reminders and spiritual motivation so that learning and ibadah remain intertwined.

Detailed financial and agronomic modelling for a proposed pilot in three districts of Bangladesh (planned for 2025–2026) projects that an initial investment of only USD 380–450 per participant can generate an average net annual income increase of USD 1,800–2,400 from just 0.4–0.5 hectares within the first two cropping seasons. These estimates are derived from current regional input costs, conservative yield assumptions, existing buyer contracts for the crop’s products, and comparable projects in similar agro-climatic zones.

The approach simultaneously advances multiple Sustainable Development Goals (SDG 1: No Poverty, SDG 2: Zero Hunger, SDG 8: Decent Work and Economic Growth, SDG 13: Climate Action) and fulfills key objectives of Maqasid al-Shariah — preserving faith (iman), life (nafs), and wealth (maal).

In conclusion, low-cost digital education supported by Islamic social finance instruments has the potential to transform imams and muazzins from financially dependent religious functionaries into self-reliant, ecologically conscious agripreneurs — thereby strengthening both the masjid-centred rural economy and long-term environmental restoration.

Keywords: Hemp farming, Islamic social finance, Imams livelihood, Muazzins entrepreneurship, Digital micro-learning, Zakat-funded education, Waqf agriculture, Sustainable agribusiness, South Asia, Maqasid al-Shariah, Rural poverty alleviation, Climate-resilient crops, Shariah-compliant income

SIMULATION AND PERFORMANCE EVALUATION OF WRF-ARW IN MODELLING THE STRUCTURE, TRACK, AND INTENSIFICATION OF EXTREMELY SEVERE CYCLONIC STORM MOCHA OVER THE BAY OF BENGAL

Sadia Afrin Sayfa NEGABAN
Mohammad Fahimul ISLAM
Jannatul Ferdous JERİN
Department of Meteorology, University of Dhaka, Dhaka, Bangladesh

ABSTRACT

Tropical cyclones over the Bay of Bengal pose severe risks to coastal communities, with rapid intensification events greatly amplifying their impacts. In May 2023, Extremely Severe Cyclonic Storm (ESCS) Mocha underwent rapid intensification and caused significant damage in Bangladesh and Myanmar. This study evaluates the performance of the Weather Research and Forecasting (WRF-ARW) model (v4.6) in simulating Mocha's structure, intensity, and trajectory, and identifies key atmospheric drivers of intensification. WRF-ARW successfully simulates ESCS Mocha's track, intensity, and drivers, reproducing the storm's rapid intensification and overall structure. Intensification was associated with strong low-level vorticity (around 300×10^{-5} s^{-1}), deep moisture (relative humidity greater than 80% below 500 hPa), and low vertical wind shear (less than 10 m/s). The simulated track closely followed India Meteorological Department observations over the ocean but diverged near landfall, likely due to limitations in representing land–surface interactions. Post-landfall weakening involved dry air intrusion, increased vertical wind shear (greater than 35 m/s), and disrupted convergence–divergence patterns. The observed and the model simulated values are also compared using Taylor diagram, which shows a close similarity through a strong correlation, but slight inaccuracy while capturing the latitudinal progression of the cyclone. These findings demonstrate WRF's capability for operational cyclone forecasting in the Bay of Bengal and highlight the importance of higher-resolution ensembles and improved land–surface parameterizations for enhancing coastal impact predictions and preparedness.

Keywords: Cyclone, ESCS Mocha, WRF, Track, Intensity

SETTLEMENT PATTERN AND ENVIRONMENTAL HEALTH RISK: A HISTORICAL STUDY OF URBAN DEVELOPMENT AT KARIMO IN FEDERAL CAPITAL TERRITORY, 1976-1999

OLANİSİMİ, Bankole Dickson
Department of History FCT College of Education Zuba-Abuja, Nigeria
AKINTOLA, Kehinde Oyindamola
Nigerian Federal Fire Service and Safety, Abuja
AKINWANDE, Caroline M.
Nigerian Federal Fire Service and Safety, Abuja
Ahmed SULEIMAN
FCT College of Education Zuba-Abuja,Nigeria

ABSTRACT

The study examines the Settlement Pattern and Health Challenges at Karmo Area of Abuja, FCT Nigeria, 1992-2007. The creation of FCT in Abuja invokes Urban Development Master Plan that creates different settlement patterns with Abuja. The reason for the master plan is to make the new capital a befitting one and to adhere strictly with the Twenty-First Century Unban standard. However, despite all the measures taken by the federal government of Nigeria, for three and the half decades, the dwellers of Karmo have found it difficult to experience sustainable development. FCT's Master Plan has impacted the settlement of Karmo negatively; peaceful settlement pattern has been replaced with restless settlement and the seasonal displacement and hazards. Karmo suburb and its occupants have experienced nightmare over the years due to the recurrence of poorly implemented Urban Development Plan consequences such as health problems and environmental hazards. This research investigates the problems that have bedeviled the development of Karmo, such frequent marginalization, neglect and poor implementation of Urban Development Master plans. Despite the strategic location of Karmo, the settlement has not been freed from health hazards, fire disasters, and environmental degradation among others. Karmo, in the post-establishment of FCT becomes the shadow of stabled, peaceful and sustainable development settlement in Abuja. Karmo, thus reduces to a slum and the impacts of this has betrayed the objectives of Millennium Development Goals and smart urban settlement. The study uses both primary and secondary sources for analysis and research report.

Keywords: Settlement Pattern, Health, Challenges and Federal Capital Territory.

THE STRATEGY OF PROMOTIONAL FEASTURES' INFLUENCE ON THE INCREASE OF FASHION PRODUCT PURCHASES ON TİK TOK

Rizka Robiatul ADAWİYAH
Anandin ZYAHWA
Mochamad YUSUF
Nur AULİA
State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

The development of digital technology has transformed marketing practices in Indonesia from traditional methods to online-based approaches. One of the most widely used applications in digital marketing is TikTok, which not only serves as a platform for entertainment but also as an effective tool for promoting fashion products. This study aims to examine the promotional strategies used by fashion businesses on TikTok and to analyze the impact of its promotional features on increasing product sales. The research employs a descriptive qualitative method by collecting data through observation of prmotional content on TikTok and reviewing previous related studies. The results show that fashion ,with user trends. Collaboration with influencers, the use of live shopping features, affiliate marketing, and the utilization of trending hashtags and audio are key strategies to attract consumer attention. Moreover, promotional features such as coupons, discounts, and paid advertisements (Promote) have proven to significantly influence consumer interest and purchasing decisions. Direct interaction through live streaming also helps build trust and emotional connections between sellers and buyers. Overall, the implementation of strategies and promotional features on TikTok creates a participatory, visual, and trust-based digital marketing environment, making it a promising platform for fashion businesses to expand their market reach and enhance consumer loyalty in the rapidly evolving digital era.

Keywords: Marketing strategy, TikTok, promotional features, fashion, digital marketing

STUDY & ANALYSIS OF COMPOST FOR CAPACITIVE AND NON-CAPACITIVE APPLICATIONS

POONAM
Sunil KUMAR
Department of Physics, Indira Gandhi University-Meerpur-122502, Haryana, India

ABSTRACT

With the global demand for sustainable bio-materials for renewable energy storage and the easy availability of compost through a bio-circular economy, this work focuses on exploring capacitive and non-capacitive charge storage in a symmetric device setup. Capacitive charge storage, commonly linked with dielectric or electrolytic capacitance, is non-faradaic in nature, whereas batteries rely on faradaic processes for non-capacitive charge storage. Therefore, it is essential to evaluate materials in terms of both faradaic and non-faradaic mechanisms.Although compost is inherently complex, this study makes an effort to investigate its role in charge storage by employing a symmetric two-electrode configuration to distinguish between capacitor- and battery-like behaviors. Different types of compost and electrode materials were tested in aqueous media (water). Techniques such as cyclic voltammetry, galvanostatic charge-discharge, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) were used to assess charge storage capacity, charging/discharging characteristics, specific capacitance, and specific capacity. Furthermore, chronoamperometry was applied to examine device stability, while corrosion studies evaluated electrode sustainability.The findings reveal that compost exhibits multifunctional charge storage behaviour, highlighting its potential as an eco-friendly bio-material for energy storage. This work sets the groundwork for developing green, compost-based charge storage media.

COMPARATIVE EVALUATION OF TWO MIXED BIOMASS SYSTEMS (FUNGUS–MICROALGAE VS. FUNGUS–MACROALGAE) IN AN MBBR PROCESS FOR THE TREATMENT OF MOROCCAN FISH-PROCESSING EFFLUENTS

Ikrame CHAREF
Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Biotechnology, Agri-Food, Materials and Environment, Team: Biotechnologies, Resource Valorisation, Quality, Health and Ecotoxicology, Faculty of Science and Technology Mohammedia, Morocco
ORCID ID: 0009-0004-4591-8269
Bouchaıb BAHLAOUANE
Higher Institutes of the Nursing Professions and Techniques of Health (ISPITS), Laboratory of Care, Health and Sustainable Development 2S2D, Casablanca 22500, Morocco
ORCID ID: 0000-0002-0976-1274
Salma KHATAMİ
Hassan 2 University of Casablanca, Laboratory of health and environment faculty Ain chock Morocco
ORCID ID: 0009-0001-1479-7730
Douae TOUAREB
Mohammed V university, laboratory of applied chemistry of materials, department of chemistry faculty of sciences Morocco
ORCID ID: 0009-0005-5871-8714
Boutaleb NADIA
Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Biotechnology, Agri-Food, Materials and Environment, Team: Biotechnologies, Resource Valorisation, Quality, Health and Ecotoxicology, Faculty of Science and Technology Mohammedia, Morocco
ORCID ID: 0000-0003-1628-4311

ABSTRACT

Moroccan fish-processing industries generate highly loaded effluents rich in organic matter, nitrogen, phosphorus and heavy metals, representing a major environmental challenge for coastal ecosystems. This study proposes an innovative comparative approach using a Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) inoculated with two different mixed biomasses: (i) Aspergillus niger combined with microalgae, and (ii) Aspergillus niger combined with the red macroalga. The objective was to determine which consortium offers the highest removal efficiency under real effluent conditions. Experiments were conducted over 72 hours using natural carriers (fish scales) and synthetic media (Kaldnes K3). The results show a clear contrast between the two biomasses. The microalgae–fungus consortium exhibited limited nutrient and metal removal during the first 24 hours, reflecting its sensitivity to high pollutant loads. In contr ast, the macroalgae–fungus biomass demonstrated stronger resilience and higher overall performance, achieving superior removal rates for BOD_5, COD, TSS, nitrogen species and heavy metals (Cd and Pb). This efficiency is attributed to the richness of Osmundea pinnatifida in sulfated polysaccharides, providing extensive binding sites for metals, combined with the bioaccumulation capacity of A. niger.

These findings highlight the potential of macroalgae–fungus consortia as robust biotec hnological tools for the sustainable treatment of halieutic effluents in Morocco. The study open s new perspectives for integrating marine resources and fungal biofilms into advanced MBBR systems tailored to coastal industries.

Keywords: MBBR, fish-processing effluent, *Aspergillus niger*, macroalgae red, microalgae, mixed biomass.

EFFECTS OF CONTRACT FARMING ON WELLBEING STATUS OF SOYBEAN FARMERS IN NIGER STATE, NIGERIA: A SYSTEMATIC REVIEW

ONAJI, E. S.
ADZENGA, J. I.
Ajayi, O. J.
Department Of Agrıcultural Extensıon And Rural Development Federal Unıversıty Of Technology, Mınna, Nıger State, Nıgerıa

ABSTRACT

This systematic review examines the effects of contract farming on the wellbeing status of soybean farmers in Niger State, Nigeria. The review synthesizes empirical evidence on farmers' level of participation, determinants of participation, comparative wellbeing outcomes of contract and non-contract farmers, and the socioeconomic effects of contract engagement. Peer-reviewed articles, institutional reports, and agricultural economics studies published between 2010 and 2024 were reviewed. Evidence shows that contract farming enhances farmers' access to inputs, extension services, and stable markets, thereby improving income, food security, and asset accumulation. Participation is influenced by education, farm size, access to credit, extension contact, and perceived profitability. Contract farmers generally report higher wellbeing indicators compared to non-contract farmers due to reduced production risks and improved market integration. Findings highlight the importance of strengthening contract arrangements and institutional support to maximize welfare outcomes. Recommendations include promoting inclusive contract schemes, improving farmer capacity, and ensuring fair contractual terms.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF GOVERNMENT POLICIES ON DIGITAL FINANCIAL INCLUSION FOR WOMEN AGRIPRENEURS

Sadiq, M. S.
Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria
ORCID ID: 0000-0003-4336-5723
Singh, I. P.
Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India
ORCID ID: 0000-0002-1886-5956
Ahmad, M. M.
Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria
ORCID ID: 0000-0003-4565-0683
Sani, B.S.
PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria
Author's correspondence address: Sadiq, Mohammed Sanusi, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, P.M.B. 7156, Dutse, Nigeria
ORCID ID: 0000-0001-7773-3796

ABSTRACT

Digital financial inclusion has emerged as a critical pathway for empowering women agripreneurs, especially in rural and underserved areas. However, the effectiveness of government policies in this domain remains varied and under-examined. This review explores the impact of governmental interventions—including mobile banking policies, digital literacy programs, and gender-focused financial regulations—on the digital financial inclusion of women in agriculture-based entrepreneurship. Through a comprehensive synthesis of 2023–2025 scholarly literature across regions such as India, the Philippines, and Central Asia, this study highlights policy successes, challenges, and knowledge gaps. Findings suggest that while digital platforms have increased access, structural barriers like literacy, digital trust, and infrastructure gaps persist. Effective policies tend to blend regulation with capacity building and private-public partnerships.

Keywords: Agriculture; Entrepreneurship; Equality; Fintech; Gender; Public Policy

1.0 Introduction

1.1 Background

Digital financial inclusion—the use of digital platforms and tools to provide financial services to the unbanked and underbanked—has become a critical instrument in reducing gender-based financial inequality, particularly in agriculture-led economies. Women agripreneurs, defined as women entrepreneurs operating in the agricultural value chain (from production to processing, marketing, and export), face unique structural and social constraints when accessing financial services. These constraints include land ownership limitations, mobility restrictions, limited financial literacy, and lack of collateral.

According to the World Bank's *Global Findex Database (2021)*, women in low- and middle-income countries are still 7% less likely than men to own a bank account and are significantly less likely to use digital financial tools. This gender gap is even wider in rural areas, where infrastructure and institutional barriers are more pronounced. Consequently, women agripreneurs often rely on informal finance or self-funding, which limits their ability to scale and innovate.

1.2 Rise of Digital Solutions

The last decade has witnessed a surge in mobile banking, fintech innovations, digital lending platforms, and blockchain-based financial systems. These innovations promise to leapfrog traditional banking barriers and reach previously excluded populations. In Sub-Saharan Africa, for instance, the success of mobile money platforms like M-Pesa demonstrated how digital finance can significantly improve women's financial participation. Similarly, platforms such as Kiva, Tulaa, and AgUnity have targeted female farmers with digital tools ranging from credit access to blockchain-based supply chain traceability.

1.3 Role of Government Policies

Despite this technological progress, the mere availability of digital platforms does not ensure their inclusive use. The adoption, accessibility, and effectiveness of digital financial services depend heavily on supportive policy environments. Government policies can foster or hinder digital financial inclusion through:

- Regulatory frameworks that enable fintech innovation while protecting consumers;
- Public investments in digital infrastructure and mobile coverage;
- Subsidized or incentivized programs to onboard women-led businesses;
- Partnerships with civil society or the private sector to enhance outreach and training.

However, a growing body of research (e.g., Peter et al., 2025; Velez, 2025) suggests that not all policies have been equally effective. Many are poorly targeted, inadequately monitored, or fail to address deep-rooted gender biases and digital literacy gaps. Furthermore, policies often emphasize access over actual use and empowerment, neglecting the social norms that mediate women's engagement with financial tools.

1.4 Research Gap

While studies on digital financial inclusion are abundant, there is a scarcity of evaluations focusing specifically on how government policies affect women agripreneurs in particular. Most evaluations treat financial inclusion as a monolithic outcome and fail to capture the gendered nuances within rural or agricultural contexts. Furthermore, few studies disaggregate impacts by demographic variables like age, literacy, ethnicity, and location.

This review seeks to address this gap by conducting a multi-country, evidence-based assessment of the effectiveness of government policies aimed at fostering digital financial inclusion for women in agricultural enterprises. It seeks to answer the following core research questions:

- What types of government interventions have been implemented to promote digital financial inclusion for women agripreneurs?
- How effective have these policies been in increasing access, usage, and empowerment?
- What are the contextual factors that enhance or hinder policy success?

1.5 Scope and Structure of the Review

This research review synthesizes academic and institutional literature published between 2023 and 2025. The scope includes:

- Policy analyses from Asia, Africa, and Latin America;
- Interventions in mobile banking, e-wallets, digital loans, and e-insurance;
- Focus on gender, rurality, and agriculture-sector targeting.

The rest of the article is structured as follows:

- **Section 2** introduces the theoretical frameworks underpinning the study;
- **Section 3** proposes a conceptual model for understanding digital financial policy impact;
- **Section 4** outlines the methodology used for the systematic review;
- **Sections 5 to 8** present and discuss findings, draw conclusions, and offer policy recommendations;

By critically evaluating the effectiveness of policy interventions, this review aims to inform future policy design and advocate for a more inclusive digital finance ecosystem tailored to the unique needs of women agripreneurs.

2.0 Theoretical Framework

Government interventions aimed at enhancing digital financial inclusion for women agripreneurs operate within complex social, institutional, and technological ecosystems. To evaluate these interventions effectively, this review draws upon two primary theoretical frameworks: (i) the Capability Approach, and (ii) Institutional Theory. These frameworks offer complementary lenses for understanding how digital financial tools—when supported by effective policies—can empower women in agricultural entrepreneurship.

2.1 The Capability Approach (Amartya Sen)

Developed by Nobel laureate Amartya Sen (1999), the Capability Approach is a normative framework that emphasizes human freedom and well-being, rather than mere resource

allocation. In the context of digital financial inclusion, this approach shifts attention from *what people have* (e.g., a mobile phone or a bank account) to *what they can do* with those resources (e.g., save money securely, access microcredit, negotiate better farm prices).

Applied to women agripreneurs, the Capability Approach allows us to assess:

- **Real freedoms**: Can women make meaningful choices about how to manage or invest their income?
- **Conversion factors**: Are they able to convert digital tools into empowerment, considering literacy, norms, or digital trust?
- **Agency**: Do women have control over financial decision-making in their agribusinesses?

For instance, simply owning a digital wallet does not empower a rural woman if she is unable to use it due to low digital literacy or sociocultural restrictions. Thus, the effectiveness of government policy must be evaluated in terms of expanding women's actual capabilities, not just their access to technology.

2.2 Institutional Theory

Institutional Theory explains how formal structures—such as regulations, policies, norms, and cultural practices—shape organizational behavior and individual decision-making. In the digital finance ecosystem, institutions include:

- Regulatory bodies (e.g., central banks, financial authorities),
- Market actors (e.g., fintech firms, mobile network operators),
- Cultural institutions (e.g., family structures, local gender norms).

Government policies are themselves institutional interventions. According to this theory, the success or failure of these policies depends on how well they align with:

- Regulative institutions (e.g., licensing frameworks for fintech),
- Normative institutions (e.g., social expectations about gender roles),
- Cognitive institutions (e.g., user perceptions, trust in digital systems).

For example, a policy that subsidizes digital loan products may fail if:

- Regulations prohibit women from owning SIM cards independently;
- Cultural norms discourage women from handling money;
- Past fraud undermines their trust in digital lenders.

Thus, Institutional Theory provides a lens to examine the embeddedness of digital financial inclusion policies within the broader ecosystem and highlights the need for context-sensitive, multi-level policy design.

2.3 Integrative Use of Theories

By combining these frameworks, the review establishes a multidimensional lens to evaluate digital inclusion policies. The Capability Approach focuses on individual empowerment, while Institutional Theory examines the systemic environment that enables or constrains that empowerment.

Framework	Focus	Application
Capability Approach	Individual freedoms and well-being	Do women agripreneurs use digital tools to expand economic agency?
Institutional Theory	Structures and systems	Are policies aligned with regulatory, social, and cognitive norms?

3.0 Conceptual Framework

To systematically evaluate the effectiveness of government policies on digital financial inclusion for women agripreneurs, this review constructs a multidimensional conceptual framework that integrates theoretical insights from the Capability Approach and Institutional Theory into an operational model. The framework identifies key variables, their relationships, and the pathways through which policies influence digital financial outcomes and women's economic empowerment.

3.1 Core Constructs and Dimensions

The conceptual model is built around five key dimensions:

1. **Government Policy Inputs**
    - Regulatory reforms (e.g., licensing digital banks, enabling e-KYC)
    - Subsidy/incentive programs (e.g., mobile data for women)
    - Digital infrastructure investment (e.g., broadband expansion)
    - Gender-responsive budgeting and monitoring frameworks
2. **Access to Digital Financial Services**
    - Mobile wallet and banking account ownership
    - Access to credit, savings, insurance, and remittance tools
    - Availability of locally tailored fintech products
3. **Usage and Adoption**
    - Frequency of digital transactions
    - Type and size of digital financial tools used
    - Integration of digital finance into agribusiness operations

4. **Empowerment Outcomes**
    - Decision-making autonomy in resource allocation
    - Ability to invest in agricultural productivity or scale enterprise
    - Reduction in financial dependence and exposure to informal lenders
5. **Contextual Mediators**
    - Digital literacy and training
    - Social norms, gender roles, and cultural expectations
    - Trust in institutions and perceived security of digital platforms

3.2 Pathways of Influence

Government policy affects digital financial inclusion not in isolation, but through a causal chain that includes enabling environments, mediating factors, and behavioral responses. The diagram below illustrates this relationship:

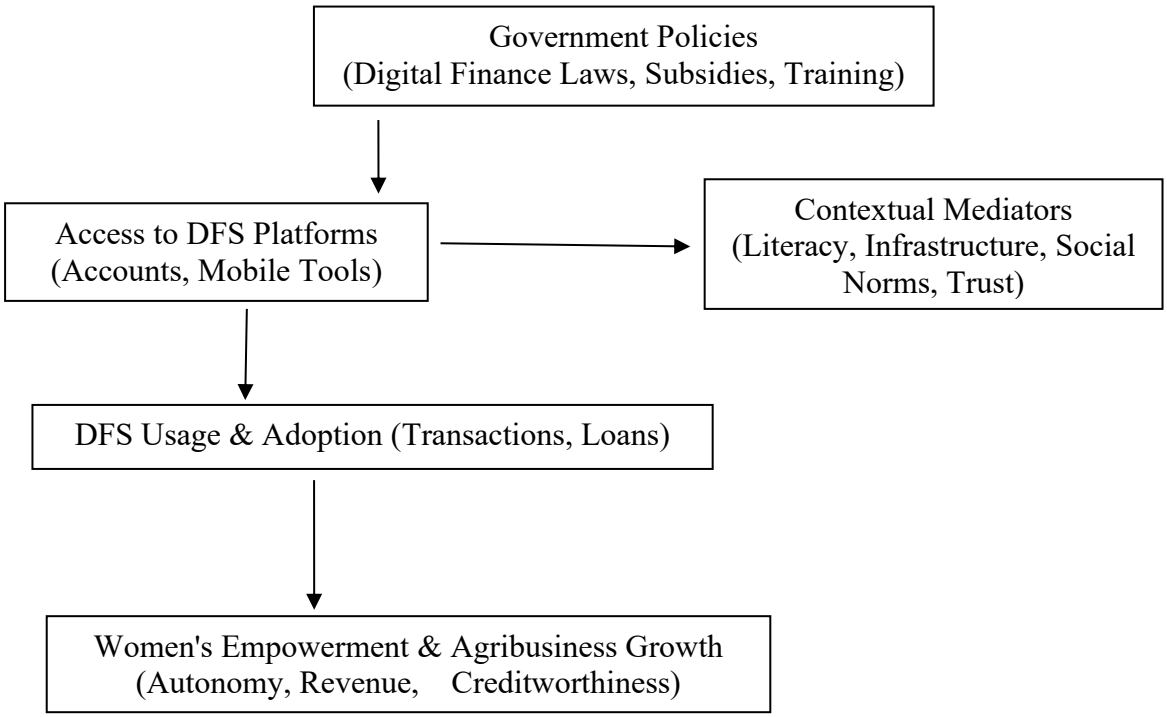


Figure 1: Conceptual Framework for Evaluating Digital Financial Inclusion Policy Effectiveness

3.3 Feedback Loops and Policy Iteration

The model also incorporates feedback loops. As digital inclusion grows, women's participation in economic systems improves, allowing them to demand better services and influence future policy:

- Successful usage increases visibility in financial ecosystems, which can influence credit scoring and market access.

- Empowered users may advocate for more gender-responsive fintech products, contributing to an iterative improvement in both private and public sector offerings.
- Policy recalibration becomes possible as governments receive better data and feedback from digitally active agripreneurs.

3.4 Application of the Framework

This framework provides a diagnostic lens to assess:

- Where policies are breaking down (e.g., good access but low usage),
- Which mediating factors are most influential in specific regions (e.g., trust issues in South Asia vs. infrastructure in Sub-Saharan Africa),
- Whether empowerment outcomes are occurring downstream from digital inclusion,
- How feedback is incorporated into future government programming.

For example, if mobile wallet ownership is high but transaction volumes are low, it may suggest inadequate training or trust. Conversely, if usage is high but women do not gain greater economic control, then social norms or intra-household power dynamics may be blocking empowerment.

3.5 Strengths of the Framework

- **Gender-sensitive**: Incorporates both technical and socio-cultural variables.
- **Policy-actionable**: Directly maps onto government intervention levers.
- **Scalable and comparative**: Can be applied across countries or regions.
- **Outcome-oriented**: Goes beyond access to measure empowerment and agency.

4.0 Methodology

This section outlines the systematic approach used to conduct the research review, including the research design, data sources, selection criteria, and analytical techniques. The aim was to collect, analyze, and synthesize current, high-quality scholarly literature that evaluates the intersection of digital financial inclusion, gender equity, agricultural entrepreneurship, and public policy.

4.1 Research Design

This study employs a Systematic Literature Review (SLR) approach grounded in the PRISMA protocol (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). An SLR is appropriate given the multidimensional and interdisciplinary nature of the topic, which spans public policy, gender studies, digital finance, and agricultural development. The goal is not just to summarize existing literature but to critically evaluate the evidence supporting the effectiveness of policy mechanisms.

4.2 Data Sources and Search Strategy

To identify relevant literature, multiple academic and institutional databases were queried, including:

- Google Scholar Advanced (2023–2025)
- Scopus
- Web of Science
- SpringerLink
- Taylor & Francis Online
- CGSpace (for agriculture-specific case studies)
- ejournals.ph (for Philippines-based regulatory studies)

Search keywords included combinations of:

- "digital financial inclusion"
- "government policy" AND "women"
- "agripreneurs" OR "female farmers"
- "mobile banking" AND "gender"
- "fintech" AND "agriculture" AND "women"
- "gender-sensitive public policy" AND "digital economy"

4.3 Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion Criteria:

- Published between January 2023 and May 2025.
- Focused on government or policy interventions related to digital financial services.
- Target population included women in agriculture or rural entrepreneurship.
- Provided qualitative or quantitative evaluation of policy outcomes.
- Peer-reviewed or institutional sources (UN, FAO, CGIAR, World Bank, etc.).

Exclusion Criteria:

- Studies that focus only on male beneficiaries or generic SME contexts without gender disaggregation.
- Articles that are purely conceptual with no empirical data.
- Publications focused solely on urban contexts or high-income countries.

4.4 Selection Process

The review followed a three-stage selection process:

1. **Identification**: 112 articles were initially retrieved using the search strategy.
2. **Screening**: Titles and abstracts were screened for relevance, reducing the dataset to 48 articles.

3. **Eligibility Check and Coding**: After full-text reviews, only 15 articles met all inclusion criteria and were selected for in-depth synthesis. Each paper was coded using a matrix capturing:
    - Type of intervention (regulation, training, subsidies)
    - Target demographic (age, rurality, income level)
    - Geographic region
    - Outcome variables (access, usage, empowerment)
    - Evaluation methods (RCT, case study, surveys)

4.5 Analytical Approach

The final dataset was analyzed using qualitative thematic synthesis combined with policy-outcome mapping.

1. **Thematic Synthesis**: Common themes were identified across studies—such as "trust and security," "infrastructure bottlenecks," or "gender-blind design flaws"—and grouped to extract cross-country insights.
2. **Comparative Policy Evaluation**: Countries and regions were compared based on how specific policy types (e.g., subsidies vs. regulatory reform) influenced outcomes for women agripreneurs.
3. **Outcome Tracing**: The policy impact pathway (from intervention → digital use → empowerment) was assessed using a logic model derived from the conceptual framework (Section 3).

4.6 Limitations

Despite its rigor, the methodology has some limitations:

- Publication bias may over-represent successful interventions.
- Most studies are limited in longitudinal scope, making long-term impact analysis difficult.
- There is a lack of granular gender-disaggregated data in several studies, especially from Sub-Saharan Africa and Latin America.

To mitigate these gaps, supplementary reports from the World Bank, IFC, and CGIAR were consulted for triangulation.

This robust methodological foundation ensures the credibility and transferability of the findings, supporting actionable policy insights for governments and development practitioners.

5. Results and Discussion

This section presents the synthesized findings of the systematic review and discusses how different types of government interventions have influenced digital financial inclusion

outcomes for women agripreneurs. Results are organized thematically and geographically, highlighting both successful interventions and persistent challenges.

5.1 Typology of Government Policies Reviewed

Across the 15 high-quality studies reviewed, government policies fell into five major categories:

1. **Regulatory Frameworks**: Digital identity systems (e.g., e-KYC), gender-based credit regulations, mobile licensing reforms.
2. **Infrastructure Investments**: Expansion of mobile network coverage, digital hubs, and last-mile agent networks.
3. **Digital Literacy & Capacity Building**: Women-centric training programs in digital and financial skills.
4. **Incentive Structures**: Subsidies for mobile phones, reduced transaction fees, targeted digital loans.
5. **Public-Private Partnerships (PPPs)**: Collaborations with fintech firms to build gender-sensitive platforms.

5.2 Positive Impacts Observed

5.2.1 Enhanced Access to Digital Financial Tools

- In India, the *Pradhan Mantri Jan Dhan Yojana (PMJDY)* combined with the *Digital Saksharta Abhiyan* helped over 120 million women open bank accounts linked to mobile numbers. Studies show that this was especially impactful among women farmers accessing small-scale loans and remittance services (Peter et al., 2025).
- In the Philippines, mobile wallet registration among women-led microenterprises rose by **39%** after the launch of the *Digital Bayanihan* campaign, which included zero-rated SMS banking services (Velez, 2025).

5.2.2 Empowerment through Transactional Autonomy

- Kumari et al. (2024) report that in Uzbekistan, women agripreneurs using AgriTech platforms (bundling credit, inputs, and market access) gained more autonomy in managing agricultural budgets and negotiating market prices, suggesting a shift in intra-household financial decision-making.

5.2.3 Improved Creditworthiness

- Digitally traceable financial histories created through mobile payments and e-wallets improved credit scoring for women, leading to a 24% increase in microloan approvals among female agribusiness owners in pilot programs in Kenya and Tanzania (IFC, 2023).

5.3 Key Challenges Identified

5.3.1 Low Utilization despite High Access

Access alone has not translated into meaningful usage. In India, while 82% of rural women have access to digital wallets, only 38% use them regularly. Barriers include:

- Low digital confidence,
- Fear of fraud and data misuse,
- High costs of mobile data and poor signal quality in agricultural zones.

5.3.2 Gender-Blind Fintech Design

Most platforms are not designed with the specific needs of women agripreneurs in mind. For example, repayment cycles of digital loans often clash with agricultural harvesting schedules. Additionally, app interfaces lack local language support and visual aids for semi-literate users (Mansour & Vadell, 2024).

5.3.3 Cultural and Normative Barriers

Deep-rooted gender norms inhibit women from using financial services independently. In parts of South Asia and Sub-Saharan Africa, male family members control women's SIM cards or bank passwords. Velez (2025) highlighted how this leads to underreporting of digital financial participation among women.

5.3.4 Poor Monitoring and Evaluation

Only 4 of the 15 studies examined included rigorous Monitoring & Evaluation (M&E) frameworks that tracked gender-disaggregated outcomes. Most national financial inclusion strategies (NFIS) lack specific Key Performance Indicators (KPIs) for women in agriculture.

5.4 Regional Variation in Policy Effectiveness

Region	Policy Focus	Outcomes
South Asia	Identity-linked access (e-KYC), literacy programs	High account opening, low active use; cultural barriers remain
Southeast Asia	PPPs and mobile finance campaigns	Moderate success; usage tied to mobile cost and digital trust
Central Asia	AgriTech integration and bundled service platforms	Significant empowerment and enterprise growth
Sub-Saharan Africa	Digital loan scoring, agent banking networks	Improved access, but literacy and affordability issues persist

5.5 Synthesis: What Makes Policies Effective?

From the reviewed studies, the **most effective policies** shared three core features:

1. **Holistic Design**: Integrating infrastructure, access, and user training.
2. **Gender Sensitivity**: Platforms and regulations that consider women’s unique roles, time-use patterns, literacy, and needs.

3. **Multistakeholder Engagement**: Leveraging both public institutions and private fintech to scale services effectively.

Conversely, policies that focused solely on technical access—without addressing social and behavioral barriers—often had limited impact on real inclusion.

6.0 Conclusion

This research review set out to critically evaluate the effectiveness of government policies aimed at promoting digital financial inclusion for women agripreneurs. Drawing from an interdisciplinary and global body of literature published between 2023 and 2025, the review examined policy interventions across varied contexts including South Asia, Southeast Asia, Central Asia, and Sub-Saharan Africa. Despite contextual differences, common themes emerged that help clarify both the potential and the limitations of current governmental approaches.

6.1 Overall Findings

The evidence shows that digital financial inclusion can be a powerful catalyst for economic empowerment, financial autonomy, and the growth of women-led agricultural enterprises. Government interventions—especially those targeting infrastructure, financial education, regulatory reforms, and digital product access—have contributed to significant gains in digital account ownership and basic access to mobile finance.

However, this progress is uneven and often superficial. Many policies succeed at expanding access but falter when it comes to ensuring meaningful and sustained usage. This usage gap is often caused by a failure to address structural and gendered barriers, such as:

- Digital illiteracy and lack of confidence,
- Cultural restrictions on women’s financial autonomy,
- Lack of product designs tailored to women's agricultural cycles,
- Inadequate monitoring of gender-specific outcomes.

Furthermore, only a handful of the reviewed policies explicitly recognized the unique intersection of gender, rurality, and agriculture, which is essential to design context-sensitive financial services. Most policies were generalist in scope, leading to missed opportunities for impact.

6.2 Critical Insights

- **Access is not equal to Empowerment**: Simply providing digital accounts or tools is not enough. Empowerment requires that women understand, control, and benefit from those tools.

- **Inclusion is Contextual**: Effective policies must account for regional, cultural, and gender-specific conditions. What works in Uzbekistan may not work in rural Kenya.
- **Integrated Approaches Work Best**: Policies that combine infrastructure investment, regulation, literacy training, and product innovation are consistently more effective.
- **Monitoring is Essential**: Lack of robust Monitoring and Evaluation (M&E) frameworks means that many governments do not track whether their policies are working for women.

6.3 The Way Forward

To close the gap between policy intent and real-world outcomes, governments need to move beyond "digital-first" solutions and adopt a people-first, gender-sensitive approach. This means understanding how women agripreneurs live, what they need to thrive, and how they experience technology—not just how they access it.

As digital finance continues to evolve—with emerging trends like AI-driven credit scoring, decentralized finance (DeFi), and blockchain-based traceability—there is an urgent need to ensure that women agripreneurs are not left behind. They must be positioned not just as beneficiaries, but as co-creators and shapers of financial ecosystems.

7.0 Recommendations

Based on the synthesis of findings from cross-regional studies, this section offers evidence-based, actionable recommendations to improve the design, implementation, and impact of government policies on digital financial inclusion for women agripreneurs. These recommendations are framed around five key domains: policy design, product innovation, capacity building, regulatory reform, and ecosystem development.

7.1 Gender-Responsive Policy Design

Governments must mainstream gender analysis in the formulation of financial inclusion strategies. Most existing national financial inclusion frameworks treat women as a homogenous group or fail to disaggregate by sector (e.g., agriculture).

- **Adopt Gender Budgeting**: Allocate targeted financial resources to women agripreneurs, ensuring proportional access to digital subsidy schemes.
- **Use Human-Centered Design (HCD)**: Co-create policies and platforms with women agripreneurs to ensure tools are intuitive, relevant, and adaptable to their life and work realities.
- **Establish Gender-Inclusive Monitoring Indicators**: Develop KPIs that explicitly track women's usage, empowerment, and long-term outcomes—not just account ownership.

7.2 Product and Platform Innovation

Digital financial products often fail because they are not tailored to the realities of rural women in agriculture. Innovations must be purpose-driven and culturally relevant.

- **Align Financial Products with Agricultural Seasons**: Allow flexible repayment schedules and season-based credit scoring.
- **Create Voice and Icon-Based Interfaces**: For semi-literate users, mobile apps should rely more on audio instructions and pictograms.
- **Bundle Services**: Combine financial access with agricultural inputs, insurance, and weather alerts to increase relevance and utility.

7.3 Strengthening Digital and Financial Literacy

Many women agripreneurs lack the confidence, trust, or basic skills to use digital tools effectively. Literacy programs must move beyond awareness to practical, context-specific skill-building.

- **Implement Tiered Training Models**: Train-the-trainer models that build village-level female digital champions have shown strong results.
- **Incentivize Participation**: Link training completion to digital credit lines, business incubation opportunities, or e-voucher subsidies.
- **Leverage Local Institutions**: Collaborate with women's cooperatives, rural banks, and agricultural extension services to deliver literacy interventions.

7.4 Regulatory Reform and Safety Nets

Governments must update regulatory frameworks to protect and empower digital users—especially vulnerable groups like women in rural areas.

- **Strengthen Digital Consumer Protection**: Implement grievance redressal mechanisms, anti-fraud safeguards, and data privacy regulations specific to mobile finance.
- **Enable E-KYC Flexibility**: Simplify onboarding by allowing alternate forms of ID (e.g., group verification or biometrics) where national IDs are inaccessible.
- **Support Tiered Licensing for Fintechs**: Encourage micro-level, women-focused fintech startups with flexible licensing and sandbox policies.

7.5 Ecosystem Strengthening through Public-Private Collaboration

Achieving scale and sustainability requires multi-stakeholder partnerships.

- **Encourage Inclusive Fintech Innovation**: Launch government-backed innovation challenges or accelerators focused on women in agriculture.

- **Coordinate Across Ministries**: Align policies across finance, agriculture, ICT, and gender ministries to create a unified inclusion strategy.
- **Invest in Shared Infrastructure**: Government-funded rural internet towers, mobile cash-out points, and digital identity systems reduce barriers across the board.

7.6 Implement Feedback-Driven Policy Loops

Policies should evolve based on **real-time feedback and adaptive learning**.

- **Create Digital Feedback Mechanisms**: Let women users rate services and flag issues anonymously.
- **Use Data Analytics for Policy Adjustments**: Track transaction data and user patterns to dynamically adjust product terms or outreach methods.

Together, these recommendations aim to transform digital financial inclusion from a technological possibility into a lived reality for millions of women agripreneurs worldwide.

8.0 Policy Implications

This section translates the review's insights and recommendations into strategic policy implications for governments, regulators, and multilateral development organizations. To create sustainable and equitable digital finance ecosystems, policy must evolve beyond infrastructure provision and adopt a gender-transformative lens.

8.1 Redefining Financial Inclusion: From Access to Empowerment

Most government frameworks define financial inclusion as the percentage of adults with a formal account or digital access. This metric ignores how and whether women use those accounts to enhance productivity, independence, or resilience.

Policy Implication: National Financial Inclusion Strategies (NFIS) must reframe inclusion targets to reflect active usage, control over funds, and business outcomes for women agripreneurs. Governments should shift focus from account coverage to transactional and decision-making empowerment.

8.2 Institutionalizing Gender-Responsive Governance

Only a minority of countries have dedicated gender desks in central banks or financial regulatory bodies. This results in gender-blind policy formulation, despite women representing over 50% of the agricultural labor force in many countries.

Policy Implication: Governments should:

- Establish inter-ministerial financial inclusion task forces with gender representation.
- Embed gender specialists within fintech regulatory bodies to shape product guidelines.
- Require sex-disaggregated data collection across all digital finance programs.

8.3 Strategic Public-Private Innovation Platforms

Fintech innovations often arise in the private sector but require public endorsement and infrastructure to scale in rural/agricultural markets.

Policy Implication:

- Governments should co-develop innovation ecosystems through sandboxes and grants targeted at solutions for women farmers.
- Offer innovation funds or de-risking instruments to crowd in investment into underserved rural segments.
- Create a national repository of inclusive digital tools that are open source and adaptable for local customization.

8.4 Infrastructure and Incentive Alignment

Disparities in digital finance access are often driven by underlying gaps in digital infrastructure and market incentives—especially in remote agricultural regions.

Policy Implication:

- Create universal service obligations (USOs) for mobile network operators to expand rural coverage.
- Offer device and data subsidies targeted at women entrepreneurs through conditional cash transfers or voucher programs.
- Promote shared agent networks to reduce costs of cash-in/cash-out services in low-density areas.

8.5 Linking Inclusion to Agricultural Productivity

Digital finance has the greatest potential when directly tied to agricultural improvement. When women use mobile wallets for input purchases, weather insurance, or crop sales, the benefits multiply across sectors.

Policy Implication:

- Integrate digital financial inclusion with national agricultural development strategies.
- Promote e-extension services bundled with finance tools to improve yields, reduce risk, and create value chains.
- Encourage agricultural banks and cooperatives to digitize services with a gender focus.

8.6 Mainstreaming Monitoring, Evaluation, and Learning (MEL)

Policy design is often static and disconnected from field realities. Few governments maintain feedback mechanisms to monitor how women agripreneurs experience digital finance systems over time.

Policy Implication:

- Introduce adaptive MEL systems that continuously assess the gendered impact of digital finance programs.
- Establish public dashboards of gender-disaggregated inclusion indicators at the district or provincial level.
- Use community scorecards or participatory M&E tools to surface hidden barriers and inform redesign.

8.7 Regional Cooperation and Policy Transfer

Several regions face similar challenges—e.g., gender norms in South Asia, infrastructure deficits in Africa, or policy fragmentation in Southeast Asia. Cross-border learning could help accelerate policy improvements.

Policy Implication:

- Encourage regional policy forums (e.g., SAARC, ASEAN, ECOWAS) to share best practices and model policies.
- Build regional centers of excellence in inclusive digital finance research and training.
- Harmonize digital ID, e-KYC, and cross-border remittance regulations to support mobile financial ecosystems across agricultural trade corridors.

REFERENCES

Consultative Group to Assist the Poor (CGAP) (2023). *Designing Digital Financial Services for Women in Rural Areas: A Behavioral Lens*. https://www.cgap.org

FAO (2024). *Gender and Digital Agricultural Finance: Unlocking Opportunities for Women in Agribusiness*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/publications

GSMA (2023). *The Mobile Gender Gap Report 2023*. GSMA Connected Women. https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/the-mobile-gender-gap-report-2023/

International Finance Corporation (IFC) (2023). *Bridging the Gender Gap in Digital Financial Services for Women in Agriculture*. World Bank Group. https://www.ifc.org *(URL points to publisher, exact page varies by region)*

Kumari, J., Govind, A., & Akramkhanov, A. (2024). Comprehensive Analysis of Business Models of AgriTechs in Uzbekistan: Pathways for Digital Financial Inclusion. *CGIAR Research Report*. https://cgspace.cgiar.org/items/006343de-814a-4044-a957-a6d240c2933f

Mansour, N., & Vadell, L. M. B. (2024). *Artificial Intelligence, Digitalization and Regulation*. In *Digital Empowerment and Inclusion in the Global South* (pp. 85–109). Springer. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-67531-7.pdf

Peter, S., Elangovan, G., & Bai, G. V. (2025). Unveiling the nexus: Financial inclusion, financial literacy, and financial performance as catalyst for women-owned enterprises in India. *Journal of the International Women's Studies*. https://doi.org/10.1080/26437015.2024.2432385

Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.

Velez, G. (2025). A Systematic Review of Mobile Banking, Fintech Innovations, and Regulatory Gaps to Achieve Financial Inclusion in the Philippines. *Journal of Interdisciplinary Perspectives*, *7*(2), 23–47. https://www.ejournals.ph/article.php?id=25743

World Bank (2021). *Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19*. https://www.worldbank.org/en/publication/globalfindex

SYNTHESIS AND BIOLOGICAL EVALUATION OF PYRIDYLPIPERAZINE-BASED CARBODITHIOATES AS UREASE INHIBITORS

Sumayya AKRAM
PhD Scholar, Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan
Prof. Dr. Matloob AHMAD
Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan
Dr. Sana ASLAM
Department of Chemistry, Government College Women University Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

The urease enzyme is acknowledged as an effective therapeutic agent to be used in the treatment of the virulent *Helicobacter pylori* bacterium due to its central contribution to the colonization and growth of the bacterium in the gastric mucosa. To manage the adverse effects of bacterial infections, urease prohibition demonstrates itself as one of the feasible and efficient methods. The present study was intended to obtain the synthesis of pyridylpiperazine-linked carbodithioate analogs 5a-5n and 7a-7n, which could be used as possible candidates of drug in the prevention of bacterial infections by urease inhibition. Their structural explication using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was then tested using 7a-7n to determine their capability to prevent the urease enzyme. During *in vitro* assessment by using thiourea as the standard drug, it was noted that all the compounds synthesized showed a great activity of inhibition in comparison to the reference drug. Out of the compounds tested, 5j (with an o-tolyl moiety) was found to be the most efficient inhibitor exhibiting high urease inhibition with an IC_{50} of 5.16 ± 2.68 μM. This is a significantly lower IC_{50} value than thiourea (23 ± 0.03 μM), the most potent potential of inhibition. In molecular docking of 5j in the active site of urease, a vast number of interesting interactions have been observed.

CONTRIBUTION TO THE SPATIOTEMPORAL STUDY OF THE IMPACTS OF POLLUTION ON THE TIPAZA COASTLINE « NORTH OF ALGERIA »

Kamel BELHADJ TAHAR
University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria.
Abdellatif ADJOUDJ
University Morsli Abdellah of Tipaz, Algéria.
Mohammed missoum BENMEDDAH
University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem, Algéria.

ABSTRACT

The Tipaza coastline is characterized by remarkable biodiversity, but is also threatened by contaminants present in the water.

Preserving the quality of the marine environmentrequires knowledge of different types of pollutants, the use of physicochemical parameters and microbiological indicators for assessing and determining the level of contamination. A multi-parameter approach is used, including monitoring microbial pollution indicators (total coliforms, fecal coliforms) and estimating nutrient concentrations in the surface waters of various stations along the port of Tipaza.

The objective of this study is to assess the impact of pollution on the water quality of the Tipaza coastline. Physico-chemical, microbiological and nutritional analyzes were carried out in different stations. The results show significant contamination, particularly in organic matter, fecal coliforms and nutrient salts, due to untreated urban waste and port activities.

The study highlights the need to improve wastewater management and step up environmental monitoring. and after the spatiotemporal determinations of the different pollutants, it is imperative to propose integrated management in the form of a legal status to the Tipaza coastline. Such a status will provide leaders with a legal instrument capable of containing any threat; this will constitute the only alternative for the future and will guarantee true preservation of the site.

Keywords: Pollution, impact ,coastline of Tipaza, spatio-temporal.

MACHINE LEARNING–BASED ENHANCEMENTS IN SOIL EROSION ASSESSMENT

Salma ABROURI
Ahmed Mahmoud AHMED OUBEID
Laboratory of Geosciences, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 133, 14000 Kénitra, Morocco.
Oussama GLITI
Amina LAGHZAOUI
Laboratory of Electronic Systems, Information Processing, Mechanical and Energy, University Ibn Tofail, Kénitra, Morocco
Sakina MEHDIOUI
Mohamed TAYEBI
Laboratory of Geosciences, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 133, 14000 Kénitra, Morocco.

ABSTRACT

Soil erosion is a major environmental concern, contributing to the degradation of farmland, the decline of biodiversity, and disruptions in hydrological systems. Reliable prediction of erosion is essential for effective land management and the development of conservation strategies. Although traditional erosion models are useful, they often have difficulty capturing the complexity and variability of natural conditions.

In recent years, new approaches based on machine-learning techniques have been applied to enhance the accuracy and flexibility of erosion forecasts. This paper examines how these methods are being incorporated into soil-erosion modeling. Their ability to draw on large datasets, detect underlying trends, and produce estimates under shifting climate and land-use conditions strengthens the performance of modern erosion models.

The paper reviews several commonly used techniques, including neural networks, decision trees, and support vector machines. It also highlights the benefits they can offer, such as the integration of real-time data, improved model adaptability, and stronger support for land-management decisions. At the same time, challenges remain, including data limitations, the difficulty of interpreting complex models, and the need for thorough field validation.

Overall, this study aims to support the development of more reliable erosion-prediction tools, ultimately promoting sustainable land use and helping reduce the risks associated with soil degradation.

Keywords: Soil Erosion, Machine Learning (ML), Environmental modeling, Prediction accuracy.

EVALUATING THE PERFORMANCE OF THE NIGERIAN POLICE FORCE IN COMBATING KIDNAPPING ALONG THE ABUJA–KADUNA CORRIDOR: A PROBLEM-ORIENTED POLICING APPROACH

Vandefan Tersugh JAMES
Department of Geography and Environmental Sciences Nasarawa State University, Keffi, Nigeria

ABSTRACT

This study assesses the operational performance of the Nigerian Police Force (NPF) in combating kidnapping along the Abuja–Kaduna corridor between 2010 and 2021. Drawing on data collected from 400 respondents (residents, commuters, and police personnel) and police records, the research evaluates public perceptions, institutional challenges, and adopted countermeasures. A mixed-method design combining quantitative and qualitative approaches was employed, using structured questionnaires and key informant interviews. Results indicate that although police presence along the corridor has increased, the effectiveness of interventions remains limited due to poor logistics, inadequate manpower, lack of advanced surveillance equipment, and public mistrust. Over 65% of respondents rated police performance as "below average," citing corruption, delayed response, and low intelligence coordination. The study concludes that enhancing police capacity, inter-agency collaboration, and community involvement are crucial for improving the security situation.

Keywords: Kidnapping, Police Performance, Abuja–Kaduna Corridor, Security Challenges, Public Perception.

1. Introduction

In recent times, Kaduna, one of the states in North – West Nigeria, has been in the news for kidnap-related cases. The Kaduna- Abuja federal highway has become the den of kidnappers with high profile Nigerians falling victim. Several cases of kidnapping were reported to have taken place along the Kaduna- Abuja high-way (Nairaland Forum, 2019). Many parts of the state have experienced several recorded and unrecorded kidnap cases in recent times. These violent crimes came with different characteristics and mode of operation that seems to take the police unaware since the police trainings fail short of understanding these threats (Ayuba *et al.,* 2017). Combating kidnapping takes varieties of measures and dimensions.

The Abuja–Kaduna highway remains one of Nigeria's most strategic transport corridors, linking the Federal Capital Territory to the North-West region. However, in recent years it has gained notoriety as a high-risk route due to rampant kidnapping and violent crime. Despite the

deployment of several police and military units, insecurity persists, raising questions about the effectiveness of policing operations in the area.

This study evaluates how effectively the Nigerian Police Force (NPF) has responded to kidnapping along this corridor. It examines citizens' perceptions, identifies operational challenges, and reviews the strategies used by the police in addressing the menace.

2. Study Area

The study area spans approximately 165 km from Abuja through Niger State to Kaduna. It includes major communities such as Goningora, Rijana, Katari, and Jere, which have been identified as kidnapping flashpoints. The area has a diverse topography, forest patches, and sparse settlement patterns that enable criminals to conceal their activities.

3. Methodology

A mixed-method approach was adopted. The quantitative component involved administering **400 structured questionnaires** to residents, commuters, and police personnel across three state commands (FCT, Niger, and Kaduna). The qualitative component consisted of **15 key informant interviews** with police officers, local leaders, and community vigilantes. Data were analyzed using **SPSS 25** for descriptive statistics and percentage distributions, while qualitative responses were coded thematically.

4. Results and Discussion

4.1 Public Perception of Police Performance

Table 1. Respondents' Perception of Police Performance in Combating Kidnapping

Response Category	Frequency	Percentage (%)
Excellent	18	4.5
Good	58	14.5
Fair	63	15.8
Poor	171	42.8
Very Poor	90	22.5
Total	**400**	**100.0**

Interpretation:

Over **65%** of respondents rated police performance as poor or very poor. Interviews revealed widespread dissatisfaction due to delayed response, lack of patrol consistency, and frequent ransom payments without offender prosecution.

4.2 Challenges Facing the NPF in Combating Kidnapping

Table 2. Major Challenges Confronting the Nigerian Police Force

Challenge	Frequency	Percentage (%)
Inadequate logistics and mobility	96	24.0
Lack of modern equipment	83	20.8
Poor intelligence sharing	71	17.8
Insufficient manpower	67	16.8
Corruption and poor motivation	51	12.8
Weak community cooperation	32	8.0
Total	**400**	**100.0**

Interpretation

The predominant operational barriers are logistical constraints and lack of modern surveillance tools. Respondents also cited corruption, poor welfare, and communication breakdowns between security agencies as recurring impediments to effective policing.

4.3 Strategies Adopted by the NPF

Table 3. Police Strategies for Combating Kidnapping

Strategy	Frequency	Percentage (%)
Highway patrol and checkpoints	110	27.5
Collaboration with military/joint task force	95	23.8
Intelligence gathering and informant network	74	18.5

Strategy	Frequency	Percentage (%)
Community policing and vigilante engagement	64	16.0
Public awareness and sensitization	37	9.3
Use of technology (tracking devices, drones)	20	5.0
Total	**400**	**100.0**

Interpretation:

While multiple strategies have been deployed, respondents believe that implementation is often inconsistent and reactive rather than proactive. The use of technology and intelligence-led operations remains minimal.

4.4 Discussion of Findings

The study reveals a significant trust deficit between the police and local communities. Despite multiple checkpoints kidnappers continue to operate freely, suggesting weak intelligence flow and poor coordination. Respondents observed that police actions are often limited to post-incident responses rather than preventive strategies.

The persistence of kidnapping along this route underscores systemic challenges in logistics, manpower, and technology. Moreover, inadequate funding and delayed government support hinder sustained operations.

5. Recommendations

1. **Enhance Logistics and Equipment:** Provide patrol vehicles, communication gadgets, drones, and GIS tracking systems for continuous surveillance.
2. **Intelligence-Led Policing:** Integrate data analytics and informant networks to predict and preempt criminal activity.
3. **Strengthen Community Partnerships:** Institutionalize collaboration with local vigilantes and residents for real-time intelligence sharing.
4. **Training and Motivation:** Improve welfare, conduct regular counter-kidnapping training, and reward outstanding officers.
5. **Anti-Corruption Reforms:** Introduce accountability mechanisms to monitor operational funds and logistics usage.

6. Conclusion

The Nigerian Police Force's performance in combating kidnapping along the Abuja–Kaduna corridor remains below expectations. Despite visible efforts such as joint patrols and

checkpoints, the results indicate persistent gaps in technology use, intelligence sharing, and logistics. A paradigm shift toward intelligence-led, community-based, and technology-driven policing is essential to curb this menace effectively.

REFERENCES

Abdullah, H., & Abdulkadir, M. (2021). Intelligence gathering and crime prevention in Nigeria: A geospatial approach. *Journal of African Security Studies*, 8(2), 33–49.

Ayuba, A., Mohammed, T., & Shehu, L. (2017). Spatial pattern of kidnapping in North-Western Nigeria. *Nigerian Journal of Criminology*, 4(2), 55–74.

Chidi, O. (2014). The operational limitations of policing in Nigeria. *International Journal of Security Studies*, 5(1), 22–41.

Ene, S. (2018). Mapping the geography of kidnapping in Nigeria. *Geo-Spatial Review*, 9(1), 23–39.

Ruwan, I., Saidu, M., & Lawal, A. (2020). Police efficiency in countering abductions in Northern Nigeria. *African Security Review*, 12(4), 44–62.

SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF RESIDENTS AND URBAN DEVELOPMENT PATTERNS IN MPAPE AND ENVIRONS, ABUJA, NIGERIA

Alao Atumye AMOS
Mallo I. I. Y.
Elizabeth JENKWE
Department of Geography and Atmospheric Sciences, University of Abuja.

ABSTRACT

Urban sprawl represents a key challenge for sustainable urban management in rapidly growing African cities. This study examines the socio-economic characteristics of residents and their implications for urban development patterns in Mpape and its environs, Abuja, Nigeria. Using both geospatial and socio-economic data collected between 1993 and 2023, the study analyses household demographics, occupation, income, education, and dwelling characteristics to understand the relationship between population dynamics and the morphology of urban sprawl. A total of 384 respondents were surveyed through structured questionnaires, supplemented with satellite imagery and field observations. Findings reveal that 68.5% of respondents are male, with the dominant age group (39.9%) aged 31–40 years, indicating a youthful and economically active population. Most residents (72.9%) live in households with 5–8 members, and 56.3% are owner-occupiers. Although 64.8% possess at least primary education, unemployment remains high (17.7%), and 37% earn ₦18,000–₦36,000 monthly. The results highlight significant socio-economic pressures influencing unregulated housing growth and environmental stress in Mpape. The study recommends policy interventions that integrate socio-economic data into urban planning decisions, particularly through inclusive housing schemes, capacity development, and improved enforcement of building regulations.

Keywords: Socio-economic characteristics, Urban sprawl, Mpape, Abuja, Housing pattern, Sustainable urban development.

SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF KIDNAPPING INCIDENTS ALONG THE ABUJA–KADUNA EXPRESSWAY, NIGERIA

Vandefan JAMES
Nigerian Police Force, Force Headquarter, Abuja
Ode Onyeche ANN
Department of Geography and Environmental Studies, University of Abuja.

Abstract

This study investigates the spatial and temporal distribution of kidnapping incidents along the Abuja–Kaduna expressway, Nigeria, from 2010 to 2021. Using primary and secondary data obtained from police records, field surveys, and GIS-based spatial analysis, the research identifies high-risk flashpoints and examines the temporal variations of kidnapping occurrences. Data were processed using ArcGIS 10.8 and SPSS 25.0 to perform spatial mapping, frequency distribution, and correlation analyses. Results revealed that kidnapping incidents have increased progressively within the decade, peaking between 2019 and 2021. Spatially, the most notorious flashpoints include Rijana, Katari, Jere, Maraban-Rido, and Goningora. Temporal analysis showed that most incidents occur between 6:00 p.m. and 10:00 p.m., mainly on Fridays and Sundays. The findings demonstrate that geography, road network design, and inadequate police patrol coverage significantly influence the crime pattern. The study concludes that integrated spatial intelligence and community-driven security frameworks are essential for effective policing and crime prevention.

Keywords: Kidnapping, Spatial Analysis, GIS, Crime Mapping, Abuja–Kaduna Road, Temporal Pattern

ASSESSMENT OF HEAVY METAL CONTAMINATION FROM AUTO MECHANIC WORKSHOPS IN ABUJA, NIGERIA

Ode Onyeche ANN
Department of Geography and Environmental management, Faculty of Geography and Atmospheric Sciences, Abuja University, Nigeria
Anaga Socchi OTİSİ
Department of Environmental Biotechnology and Bioconservation National Biotechnology Research and Development Agency Abuja, Nigeria.
Makyur Onyeche ANİTA
Department of Hospitality and Tourism Management Federal University Wukari, Taraba State

ABSTRACT

This study investigated the effects of auto mechanic workshop activities on soil quality within three municipal area councils of Abuja, Federal Capital Territory (FCT), Nigeria — namely, Abuja Municipal Area Council (AMAC), Gwagwalada, and Kuje. The research aimed to assess the extent of heavy metal contamination and determine its impact on soil physicochemical properties and vegetation health. Soil samples were collected from fifteen selected mechanic workshops and nearby agricultural lands serving as control sites at depths of 0–10 cm and 10–30 cm. Laboratory analyses were conducted using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) for heavy metals and core-cutter methods for bulk density. Parameters such as pH, nitrogen, carbon, and cation exchange capacity (CEC) were measured. Results revealed that workshop soils exhibited significantly higher concentrations of heavy metals—particularly zinc (152.22 ± 46.08 mg/kg), lead, and cadmium—compared to the control sites (0.55 ± 0.13 mg/kg). The mechanic workshop soils also showed increased bulk density, reduced porosity, and altered pH values. The Pollution Load Index (PLI) of 5.02 and Contamination Factor (Cf) of 5.0 confirmed considerable pollution levels, while vegetation cover was drastically reduced. These findings demonstrate that mechanic activities wsords:soil quality and pose ecological risks. It is recommended that designated zones be established for automobile repair operations, with strict environmental monitoring and eco-friendly waste management practices.

Keywords: Heavy metals, Atomic Absorpion Spectroscopy, Soil, Mechanic Workshop**:**

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 SYAKİLA
Abdul MAHSYAR
Ihyani MALİK
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.

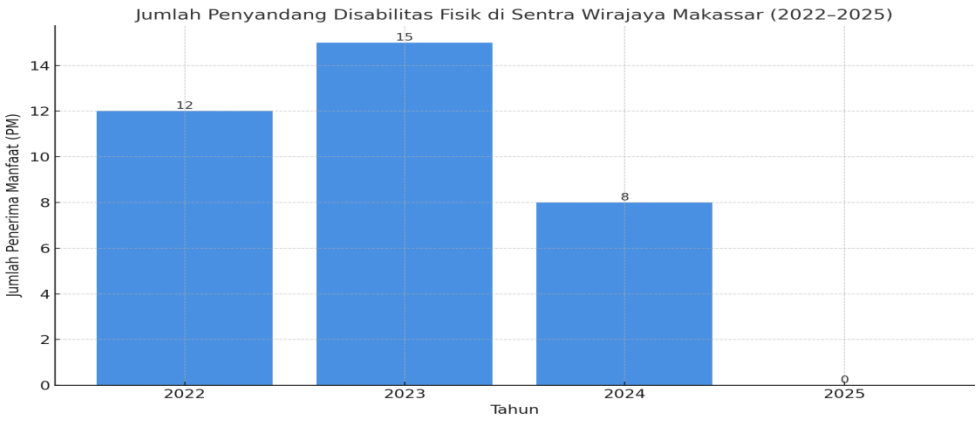
Despite the potential of such programs, recent data from 2022 to 2024 show a concerning trend. While 15 beneficiaries were enrolled in 2023, the number sharply dropped to only 8 in 2024, and no data has been recorded for 2025. This decline may reflect challenges such as shifting policy priorities, inadequate 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.



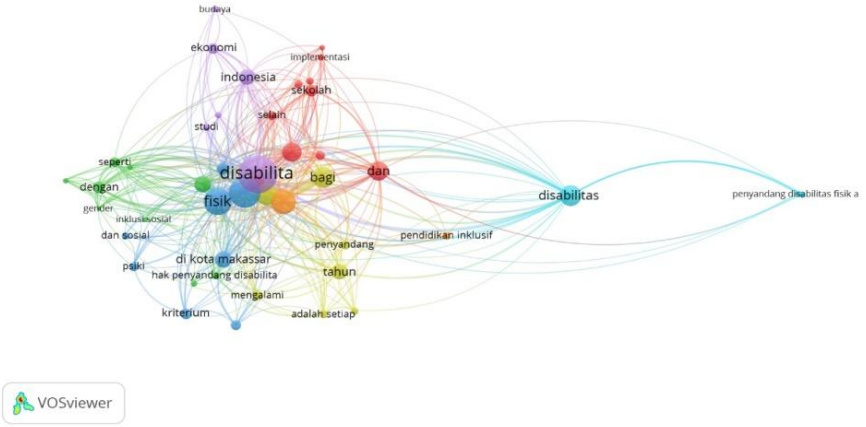
The graph above shows the development of the number of people with physical disabilities who are beneficiaries (PM) at Sentra Wirajaya Makassar during the period 2022 to 2025. In 2022, there were 12 beneficiaries. This number increased in 2023, which was 15 people, which was the highest number in the 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 Gendered 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

A SCIENTIFIC FRAMEWORK FOR DEVELOPING AND TESTING AI-POWERED TUTORING SYSTEMS: METHODOLOGICAL INNOVATIONS FROM AN ONGOING AITS RESEARCH PROJECT

Jeremiah ADEBIYI
Eastern Mediterranean University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Information Technology, 99628 Famagusta, North-Cyprus
ORCID: 0009-0005-1398-1439
Ersun ISCIOGLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of Education, Department of Computer Education and Instructional Technology, 99628 Famagusta, North-Cyprus
ORCID: 0000-0002-0637-7912
Husnu BAYRAMOGLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Information Technology, 99628 Famagusta, North-Cyprus
ORCID: 0000-0002-3577-612X

ABSTRACT

This paper presents a practical and innovative approach to the design and evaluation of an Artificial Intelligent Tutoring System (AITS) developed under systematic research and resource constraints. The study is grounded in insights from classical Intelligent Tutoring System (ITS) pedagogical models, informed by an extended review of foundational and contemporary ITS literature. Building on these principles, the proposed system adopts a four-component architecture comprising the Domain, Student, Tutor, and User Interface (UI) models, implemented within a structured and iterative development process. Due to the feasibility limitations associated with training custom AI models, the system integrates OpenAI's GPT APIs as a temporary intelligent feedback engine to simulate adaptive tutoring behaviour. A rapid prototyping strategy is employed, prioritizing the development of a minimum viable product (MVP) to enable early testing and iterative refinement. The system is intended to be piloted with first-year Computer Science students, with interaction data and learning analytics used to examine system usage and learner behaviour. By combining classical ITS structures with modern AI capabilities and a theory-aligned evaluation approach, this work demonstrates how emerging AI technologies can support scalable and methodologically sound educational research. The paper contributes a repeatable and resource-efficient framework for future AI-powered tutoring system development.

Keywords: Artificial Intelligent Tutoring Systems (AITS), Intelligent Tutoring Systems (ITS), educational technology, rapid prototyping, adaptive learning, learner analytics.

1.INTRODUCTION

The 21st century has birthed different kind of feelings towards the rise of technology in schools, and the fact is that these technologies and emerging ones are becoming a part of school culture

as they do have an impact on teaching and learning (Rogers, P.L, 2000). Emerging technologies, especially in the context of education, are those that have the potential to change the way things are done in education right now. The widespread availability of computers and network connections inside and outside schools has drawn greater attention to technology-based learning systems. Studies have shown the effectiveness of such systems (e.g., VanLehn, 2011) and can promote student engagement (e.g., Kuh, 2003). The integration of artificial intelligence into educational systems has transformed how learning environments adapt to individual learner needs, preferences, and performance (Zawacki-Richter et al., 2019; Holmes et al., 2019). Intelligent Tutoring Systems (ITS) represent one of the earliest and most mature applications of AI in education, aiming to replicate the benefits of personalized human tutoring through computational models (Carbonell, 1970; Anderson et al., 1985).

Early research established that ITS can significantly improve learning outcomes compared to traditional instruction, particularly when adaptive feedback and scaffolding are employed (VanLehn, 2011). However, despite strong empirical support, many ITS remain confined to research settings due to high development overhead, reliance on expert-crafted domain models, and limited scalability across contexts (Wenger, 1987; Woolf, 2009).

The emergence of AI-powered Intelligent Tutoring Systems (AITS) introduces new opportunities to reduce development complexity through data-driven methods and generative models (Roll & Wylie, 2016). Yet, these systems often lack clear methodological frameworks that align technical design with established learning theories and rigorous evaluation practices (Luckin et al., 2016). This research addresses the following problem: How can an AITS be designed efficiently while maintaining theoretical validity and enabling meaningful evaluation of learning success, motivation, and attitude?

2.INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS: FOUNDATIONS AND EVOLUTION

2.1.Defining intelligent tutoring systems

Technological evolution has resulted in the label Artificial Intelligent Tutoring Systems which was born from "Computer-Aided Instruction" (CAI), which is commonly used to describe the implementation of computers in classroom settings. However, AITSs and ICAI can be seen as interchangeable for most applications. Though 'ICAI' is still preferred by some academics (Self, 1988), A'ITS' has largely superseded it (Sleeman & Brown, 1982). The latter, which happens to be the author's favourite, is gaining traction, as was proven by the international conference on Intelligent Tutoring Systems held in Montreal, Canada in June 1988. The argument for this preference is that the change in research methods is more significant than just the addition of an I to CAI (Wenger, 1987). Wenger (1987) likes the term Knowledge Communication

Systems, while some academics are naturally cautious to use the term "intelligent," instead preferring for designations such as "Knowledge-Based Tutoring System" (KBTS) or "Adaptive Tutoring System" (ATS) (e.g., Streitz, 1988). However, it appears that most academics are comfortable with the AITS moniker.

Artificial intelligence (AI) tutoring systems are computer-based educational systems that give students with individualized training using AI approaches (Nwana, H. S.1990). These systems were developed by using AI. These systems make use of a wide range of AI techniques, such as machine learning, natural language processing, and cognitive modelling, to customize themselves to the specific requirements and capabilities of each individual student (Nwana, H. S. 1990). These tutoring systems can also be viewed as attempts to induce in a computer behaviour that, if carried out by a human, would be referred to as "goad teaching" (Elsom-Cook, 1987). These systems are computer-based instructional systems that adapt instruction by modeling domain knowledge, learner understanding, and pedagogical strategies (Nwana, 1990; Sleeman & Brown, 1982). Unlike static computer-assisted instruction, ITS dynamically adjust content sequencing, feedback, and difficulty based on learner performance (Self, 1990). Nwana's (1990) seminal overview formalized ITS as AI systems composed of interacting knowledge-based components, emphasizing adaptivity as their defining feature. This conceptualization continues to underpin modern AITS research (Graesser et al., 2012).

2.2.Classical ITS Architecture

The classical ITS architecture consists of four core components (Wenger, 1987; Woolf, 2009):

1.Domain Model – Represents expert knowledge and problem-solving strategies (Clancey, 1987).

2.Student Model – Maintains an evolving representation of learner knowledge and misconceptions (Corbett et al., 1997; Brusilovsky & Millán, 2007).

3.Tutor (Pedagogical) Model - Determines instructional decisions, feedback, and sequencing (VanLehn, 2006).

4.User Interface – Facilitates interaction and feedback delivery.

This modular structure enables personalization but also contributes to the complexity and cost of ITS development (Woolf, 2009)

2.3.Variants of Classical ITS

Over time, multiple ITS paradigms emerged, including model-tracing tutors, constraint-based tutors, and dialogue-based systems (VanLehn, 2006; Graesser et al., 2012). Each approach reflects different assumptions about how learning should be diagnosed and supported, yet all rely on explicit representations of knowledge and pedagogy.

While effective, these systems are typically domain-specific and difficult to generalize, motivating research into more flexible and scalable AITS approaches (Roll & Wylie, 2016).

Table 1: Summary of ITS System Architectures

ITS Type	Student Model	Tutor Model	Adaptivity	Data Needs	Scalability
Rule-Based	No	Rules	No	Low	Low
Model-Tracing	Yes	Expert rules	High	Medium	Low
Constraint-Based	Partial	Constraints	Medium	Low	Medium
4-Model ITS	Yes	Pedagogical rules	High	Medium	Medium
Dialogue-Based	Yes	NLP-based	Medium	High	Medium
Data-Driven ITS	Probabilistic	Statistical	High	High	High
LLM-Enhanced	Implicit	Generative AI	Very High	Medium	Very High

3.LIMITATIONS OF TRADITIONAL ITS

Despite demonstrated effectiveness, traditional ITS face three persistent challenges. First, development complexity remains high due to the need for handcrafted domain and pedagogical models (Wenger, 1987; Woolf, 2009). Second, scalability across subjects and institutions is limited, as most systems are tailored to narrow learning contexts (VanLehn, 2011). Third, evaluation practices often prioritize cognitive outcomes while under-examining motivational and attitudinal dimensions (Graesser et al., 2012).

These limitations highlight the need for frameworks that balance pedagogical rigor with practical feasibility.

4.THEORETICAL FOUNDATIONS INFORMING AITS DESIGN

4.1.Learning Success: Constructivist and Cognitive Perspectives

Constructivist learning theory emphasizes that learners actively construct knowledge through interaction and scaffolding (Bruner, 1961; Vygotsky, 1978). ITS align naturally with these principles by providing adaptive support within the learner's zone of proximal development (Vygotsky, 1978).

Additionally, cognitive load theory underscores the importance of regulating task complexity and feedback timing to optimize learning (Sweller, 1988). AITS can dynamically adjust instructional demands, supporting sustained learning success (Shute & Zapata-Rivera, 2012).

4.2.Motivation: Self-Determination Theory

Motivation is a critical determinant of learning persistence and success. Self-Determination Theory (SDT) posits that autonomy, competence, and relatedness underpin intrinsic motivation (Deci & Ryan, 1985; Ryan & Deci, 2000). AITS can support these needs by offering personalized feedback (competence), adaptive pacing (autonomy), and responsive interaction (relatedness), thereby enhancing learner engagement (Ryan & Deci, 2017).

4.3.Attitude: Technology Acceptance Models

Learner attitudes toward educational technology significantly influence system adoption and effectiveness. Technology Acceptance Models emphasize perceived usefulness and ease of use as key predictors of positive attitudes (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003).

In AITS, intuitive interfaces and transparent feedback mechanisms contribute to favorable learner perceptions and sustained use (Holmes et al., 2019).

5.PROPOSED AITS FRAMEWORK

5.1.Framework Overview

The proposed framework synthesizes classical ITS architecture with AI-assisted orchestration and theory-aligned analytics. Rather than replacing pedagogical models, AI components augment instructional decision-making within defined constraints (Luckin et al., 2016).

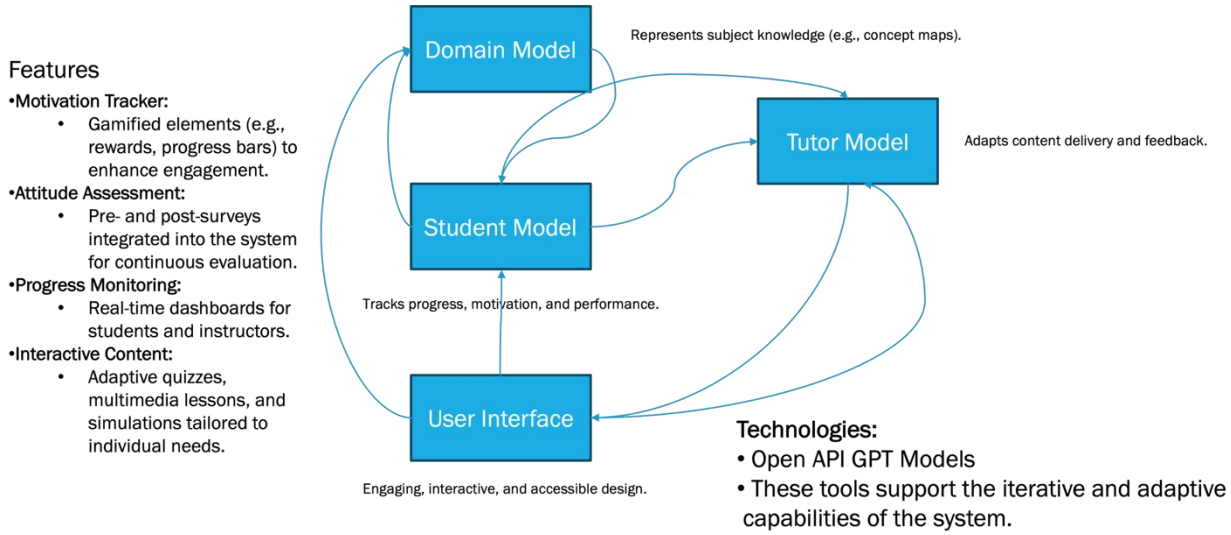


Fig 1:A diagram of the Proposed Framework Architecture

5.2.Architectural Flow breakdown

1.Learner Interaction Layer captures behavioral and performance data.

2.Student Module (Modelling) updates learner profiles using interaction evidence (Brusilovsky & Millán, 2007).

3.Pedagogical Orchestration Layer (Domain Model) selects instructional strategies aligned with SDT and constructivist principles.

4.Tutor Engine (Tutor Model) generates adaptive feedback within pedagogical bounds.

5.Analytics Layer aggregates indicators for learning success, motivation, and attitude (Baker & Inventado, 2014; Siemens & Long, 2011).

This iterative flow ensures both adaptivity and evaluability.

6.RESEARCH METHODOLOGY

This study adopts an experimental, mixed-methods approach involving control and experimental groups at the university level. Learning success will be measured using pre- and post-tests, while student motivation and attitude will be assessed through surveys grounded in Self-Determination Theory and the Technology Acceptance Model (Davis, 1989; Ryan & Deci, 2000).

ANOVA will be used in the quantitative analysis to determine whether there are statistically significant differences in outcomes between groups and across measurement points, making it appropriate for comparing multiple conditions simultaneously. Qualitative feedback will complement these results by providing context to students' learning experiences and system interactions (Baker & Inventado, 2014).

7. 7.CURRENT STATUS AND ONGOING WORK

At the current stage of the research, the conceptual framework has been fully defined and refined through an extensive review of classical ITS literature and relevant learning theories. This framework now serves as the guiding structure for system design and implementation. The development phase is presently underway, following an iterative and modular approach that prioritizes architectural clarity and flexibility.

Initial efforts are focused on translating the framework into a functional system design, including the definition of component interactions, data flow, and the integration of AI-based feedback mechanisms. The full system development and deployment are planned for subsequent phases, alongside pilot testing with first-year university students. Empirical validation will then be conducted to evaluate the system's impact on learning success, motivation, and attitude, forming a core component of the remaining doctoral work.

8. 8.CONCLUSION

This paper contributes to AITS research by outlining a scientifically grounded framework that brings together classical ITS principles, contemporary AI capabilities, and theory-driven evaluation methods. The work presented here is drawn from my ongoing doctoral research and represents an extract of a broader thesis focused on the impact of AI-powered tutoring systems on students' learning success, motivation, and attitudes toward learning. By explicitly connecting system architecture and design decisions to these learner-centred outcomes, the proposed framework aims to balance pedagogical soundness with practical and methodological rigor. While system development is still in progress, this paper establishes the conceptual and methodological foundations for subsequent empirical validation. As such, it contributes early but transferable insights to the AI in Education community, particularly for researchers seeking scalable and resource-aware approaches to designing and evaluating intelligent tutoring systems.

9.REFERENCES

Anderson, J. R., Boyle, C. F., & Reiser, B. J. (1985). Intelligent tutoring systems. Science, 228(4698), 456–462. https://doi.org/10.1126/science.228.4698.456

Baker, R. S. J. d., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), Learning analytics (pp. 61–75). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. Harvard Educational Review, 31(1), 21–32.

Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), The adaptive web (pp. 3–53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_1

Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. IEEE Transactions on Man-Machine Systems, 11(4), 190–202. https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942

Clancey, W. J. (1987). Knowledge-based tutoring: The GUIDON program. MIT Press.

Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent tutoring systems. In M. Helander, T. Landauer, & P. Prabhu (Eds.), Handbook of human-computer interaction (pp. 849–874). Elsevier.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Plenum Press.

Graesser, A. C., Conley, M. W., & Olney, A. (2012). Intelligent tutoring systems. In K. R. Harris et al. (Eds.), APA educational psychology handbook (Vol. 3, pp. 451–473). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/13275-018

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art in AI and education. OECD Education Working Papers, No. 265. https://doi.org/10.1787/ca1f7f3c-en

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson.

Nwana, H. S. (1990). Intelligent tutoring systems: An overview. Artificial Intelligence Review, 4(4), 251–277. https://doi.org/10.1007/BF00168958

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 582–599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3
Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 54–67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020
Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Press.
Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. EDUCAUSE Review, 46(5), 30–40.
Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2012). Adaptive educational systems. In P. Durlach & A. Lesgold (Eds.), Adaptive technologies for training and education (pp. 7–27). Cambridge University Press.
Sleeman, D., & Brown, J. S. (1982). Intelligent tutoring systems. Academic Press.
Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
VanLehn, K. (2006). The behavior of tutoring systems. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 16(3), 227–265.
VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. Educational Psychologist, 46(4), 197–221. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369
Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 27(3), 425–478.
Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model. Management Science, 46(2), 186–204. https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926
Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.
Wenger, E. (1987). Artificial intelligence and tutoring systems. Morgan Kaufmann.
Woolf, B. P. (2009). Building intelligent interactive tutors. Morgan Kaufmann.
Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(39). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR INTERACTION-DRIVEN ADAPTIVE LEARNING USING MULTIMODAL BEHAVIORAL DATA

Res. Asst. AHMED ELFAGEIH
Eastern Mediterranean University, Faculty of education, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0009-0008-1977-9380
Prof. Dr. ERSUN İŞÇİOĞLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of education, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0000-0002-0637-7912
Asst. Prof. Dr. HÜSNÜ BAYRAMOĞLU
Eastern Mediterranean University, Faculty of Computer and Information Sciences, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10 Türkiye.
ORCID: 0000-0002-3577-612X

ABSTRACT

Adaptive learning systems aim to personalize instruction, yet many existing approaches rely primarily on performance outcomes such as quiz scores. These metrics provide limited insight into learners' real-time engagement, cognitive load, or modality preferences. This extended abstract presents a conceptual framework for *interaction-driven adaptive learning* that positions multimodal behavioral traces—such as time-on-content, scrolling depth, click activity, and navigation patterns—as primary indicators for modeling learner needs. Grounded in learning analytics and cognitive theory, the framework proposes a four-layer model consisting of Interaction Capture, Behavioral Interpretation, Learner Profiling, and Adaptive Recommendation. Each layer provides a theoretical foundation for mapping behavioral signals to engagement levels and preferred instructional modalities (text, video, or interactive content). The paper additionally outlines a reference architecture using React, Firebase, and Python services to illustrate the system's implementation feasibility within modern digital learning environments. As a theoretical study, this work does not include empirical validation; instead, it provides a structured model intended to guide the design of next-generation adaptive systems and inform future experimental research. By treating behavioral interactions as meaningful cognitive indicators, the proposed framework advances the understanding of how fine-grained user interactions can support dynamic and personalized learning pathways in scalable educational technologies.

Keywords: Adaptive Learning, Learning Analytics, Cognitive Load, Educational Technology

1. INTRODUCTION

Adaptive learning systems have become essential to contemporary digital education because of their ability to customize educational pathways to each learner's unique preferences, characteristics, and learning styles. To evaluate learners' knowledge levels, traditional adaptive systems mostly relied on assessments and accuracy patterns (Böck et al., 2025). Performance assessments can only show an overview of the learning process without highlighting the real-time interactions that learners have with the learning materials (Kovanović et al., 2015; Sun et al., 2023).

Learning analytics research has shown a focus on behavioral data gathered from the learners while interacting with the learning materials rather than relying on only the final outcomes (Siemens, 2013; Gašević et al., 2016). Behavioral data such as scrolling depth, click density, time spent, navigation sequence, and multimedia interactions provide valuable insights into cognitive processing, persistence and learner engagement. These metrics are essential for e-learning platforms where instructors direct access to monitor learners' behaviors.

The latest advancements in educational data mining have permitted collecting and analyzing large-scale learner interaction data. AI-driven personalization from learner modeling to content recommendation has shown progress in organizing learning pathways during the learning process (Doroudi & Brunskill, 2019; Lin et al., 2025). However, despite these advancements, many e-learning systems collect behavioral interaction data to be used as descriptive analytics rather than being the primary data for adaptive decision-making.

This paper addresses the gap in the research by proposing an adaptive learning framework that uses behavioral interactions as primary data. The framework integrates learning theories, and learning analytics with AI models. The contribution of this work provides clear structure on how interaction data will be captured, analyzed and transformed into adaptive recommendations.

2. BACKGOUND AND RELATED WORK

2.1 Adaptive Learning and Learner Modeling

Adaptive learning systems use observable data to customize learning paths and content for each learner. The importance of learner models in adaptive systems is highlighted by recent research, which emphasizes the necessity of representing learners' changing states, preferences, and behaviors across time (Böck et al., 2025). Although assessment-driven learner models are the foundation of many systems, current research indicates that behavioral data can significantly enhance the adaptivity of such systems.

Data mining and machine learning methods are being used in AI-driven adaptive learning systems to automate personalization choices (Doroudi & Brunskill, 2019; Su et al., 2025). However, these methods usually use performance indicators as their main inputs and favor forecast accuracy over interpretability. This restricts the system's capacity to react to shifts in cognitive effort and engagement during learning tasks.

2.2 Learning Analytics and Behavioral Interaction Data

Learning analytics has become a distinct field of study in order to comprehend and improve learning processes (Siemens, 2013). One of the main points of contention in the field is that learning analytics should focus on learning processes instead of just reporting results (Gašević et al., 2016).

The importance of behavioral interaction data has been shown in numerous research. For instance, it has been demonstrated that time-on-task is a significant yet intricate measure of learning and engagement, with its interpretation heavily reliant on measurement techniques and context (Kovanović et al., 2015). Learner success and engagement in online contexts have also been predicted using clickstream and navigation data (Pu et al., 2024; Johar et al., 2023).

By examining the timing and order of learner actions, temporal learning analytics expands on this viewpoint. These methods show patterns of strategic behavior and self-regulated learning that are hidden by static measurements alone (Sun et al., 2023). When taken as a whole, these results highlight how crucial behavioral data is to adaptive learning systems.

2.3 Multimodal Learning Analytics

Multimodal learning analytics (MMLA) aims to incorporate several data modalities in order to describe complex learner states including engagement, cognitive load, and affect (Spikol et al., 2018). Studies in this field show that integrating several behavioral indicators yields more reliable insights than depending just on one statistic.

Recent studies highlight the potential of interaction-level multimodality—such as combining time-based features, scrolling behavior, and media interactions—to capture significant learning signals in scalable online environments, whereas early MMLA research frequently depended on sensor-based data (Mangaroska & Giannakos, 2018; Luo et al., 2023). The importance of learning theory in interpreting multimodal data and avoiding simply data-driven interpretations is further highlighted by reviews of multimodal analytics research (Giannakos et al., 2023; Guerrero-Sosa et al., 2025).

2.4 Cognitive Load and Multimodal Interaction

A theoretical foundation for analyzing behavioral interaction patterns is provided by cognitive load theory. According to research, differences in cognitive load and processing difficulties are

linked to learners' interaction habits, such as frequent halting, repetitive navigation, or fast scrolling (Kirschner et al., 2018).

Further evidence that video engagement behaviors, such as pausing and replaying, mirror cognitive processing techniques during learning comes from multimedia interaction research (Kim et al., 2014). Similarly, learning strategies and the depth of processing of digital texts have been connected to scrolling activity (Park et al., 2019). The use of behavioral interactions as stand-ins for underlying cognitive states is supported by these findings.

2.5 Research Gaps

Despite extensive research, several gaps remain:

1. Behavioral interaction data is underutilized as a primary driver of adaptation.

2. Few frameworks explicitly integrate learning theory, behavioral analytics, and AI-driven personalization.

3. Limited guidance exists on mapping conceptual models to deployable system architectures.

The framework proposed in this paper addresses these gaps.

3. LIMITATIONS OF TRADITIONAL E-LEARNING SYSTEMS

Traditional e-learning methods have a number of established drawbacks. Since personalization happens only after assessments, adaptation is frequently postponed. Since engagement is still mostly unseen, it is challenging to tell disengaged students from highly effective ones. Systems usually assume linear learning routes that disregard individual variability and are insensitive to preferences for teaching modalities. These drawbacks emphasize the necessity of interaction-driven adaptive strategies that function continuously during educational sessions.

4. PROPOSED INTERACTION-DRIVEN ADAPTIVE LEARNING FRAMWORK

Table 1 – Conceptual framework of the adaptive learning system

Adaptive Learning System
Layer 1: Interaction Capture - Records clicks, scrolls, time spent, and navigation - Captures multimodal interaction traces
Layer 2: Behavioral Interpretation - Converts raw interactions into meaningful indicators - Detects engagement, overload, or confusion
Layer 3: Learner Profiling - Builds preference and engagement profiles - Tracks long-term behavior patterns
Layer 4: Adaptive Recommendation - Suggests text, video, or game-based content - Adjusts difficulty and sequence

The proposed framework consists of four interconnected layers designed to transform raw behavioral data into adaptive instructional decisions:

1.Interaction Capture Layer – collects multimodal behavioral traces, including time-on-task, scrolling behavior, click patterns, navigation sequences, and media interactions.

2.Behavioral Interpretation Layer – maps raw interaction data to interpretable indicators such as engagement level, cognitive load, and learning strategy signals.

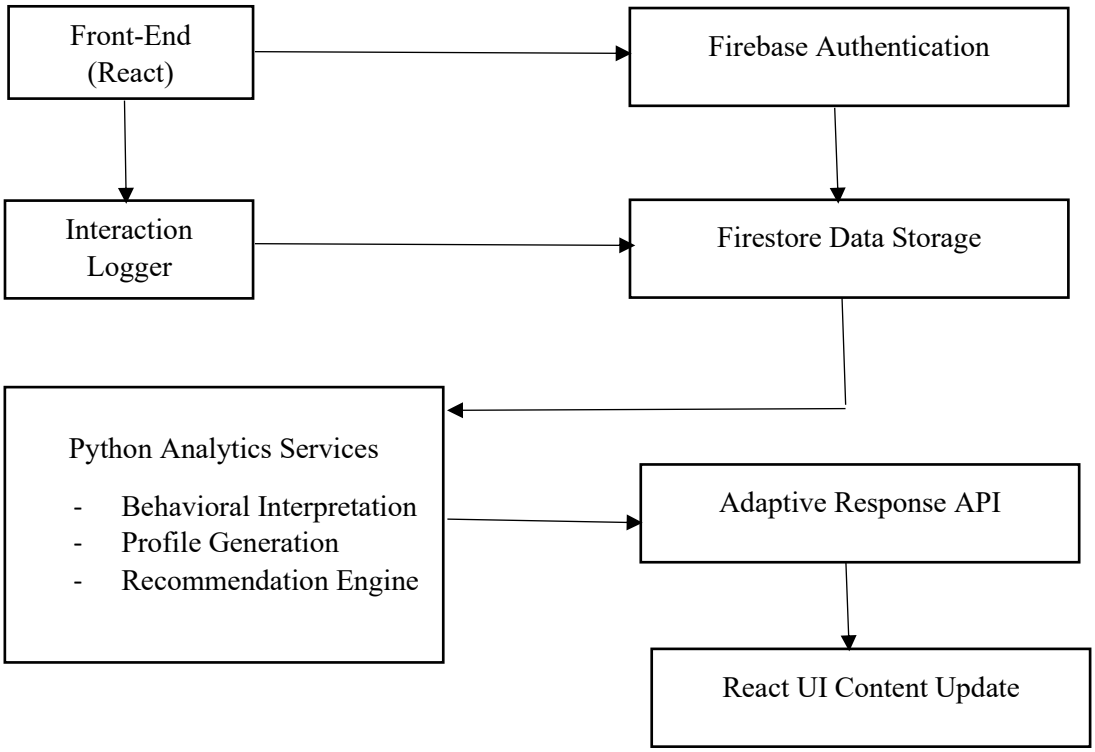
3.Learner Profiling Lay**er** – aggregates interpreted indicators over time to construct dynamic learner profiles (Böck et al., 2025).

4.Adaptive Recommendation Layer – uses learner profiles to guide instructional adaptation, such as content modality selection, sequencing, and pacing (Doroudi & Brunskill, 2019; Su et al., 2025).

This layered design separates data collection, interpretation, modeling, and decision-making to recommend the suitable learning content for the learner, enabling flexibility and extensibility.

5. SYSTEM ARCHITECTURE OVERVIEW

Figure 1- High-Level System Architecture



This architecture demonstrates a feasible pathway for operationalizing the framework within modern web-based learning platforms.

6. MAPPING THE FRAMEWORK TO IMPLEMENTATION

Learner interactions, including time spent on material, scrolling depth, click frequency, navigation patterns, and video interactions, are recorded in real time in the system that is being implemented as an extension of this reseach. In line with learning analytics and multimodal research findings, these data are being examined using rule-based and statistical heuristics to infer engagement and cognitive load (Kovanović et al., 2015; Mangaroska & Giannakos, 2018). In order to facilitate adaptive recommendations like modality switching or content sequencing, behavioral indicators are combined to create learner profiles that capture modality preferences and engagement consistency. The design allows for the future integration of machine learning models, in line with AI-driven customization research, even though the current adaptations rely on interpretable rules (Doroudi & Brunskill, 2019; Lin et al., 2025).

7. IMPLICATIONS AND EXPECTED CONTRIBUTIONS

This work contributes:

5. A unified, research-oriented conceptual framework integrating theory, analytics, and system design.
6. A behavior-first perspective on adaptive learning personalization.
7. An explicit mapping from conceptual framework to implemented system architecture.
8. A foundation for future empirical validation and AI-driven personalization research.

CONCLUSIONS

A conceptual, interaction-driven framework for adaptive learning based on multimodal behavioral data was introduced in this research. It provides a scalable system architecture while combining knowledge from learning analytics, cognitive theory, and multimodal analytics. Future research should examine ethical issues surrounding data privacy in fine-grained learner monitoring, evaluate adaptive techniques, and experimentally validate behavioral indicators.

REFERENCES

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, 57(10), 1380–1400.
Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2016). Let’s not forget: Learning analytics are about learning. Computers & Education, 102, 150–167.
Kovanović, V., et al. (2015). Does time-on-task estimation matter? Journal of Learning Analytics, 2(3), 81–110.
Sun, J. C.-Y., et al. (2023). Temporal learning analytics to explore self-regulated learning. Frontiers in Psychology, 14, 1096337.
Mangaroska, K., & Giannakos, M. (2018). Learning analytics for learning design. IEEE Transactions on Learning Technologies, 11(4), 479–491.
Giannakos, M., Sharma, K., & Pijeira-Díaz, H. (2023). The role of learning theory in multimodal learning analytics. British Journal of Educational Technology, 54(5), 1551–1570.

Spikol, D., et al. (2018). Multimodal learning analytics. IEEE Transactions on Learning Technologies, 11(3), 299–310.
Luo, H., et al. (2023). Advances in multimodal learning analytics. Computers & Education: Artificial Intelligence, 4, 100132.
-Sosa, J., et al. (2025). A comprehensive review of multimodal analysis in education. Applied Sciences, 15(11), 5896.
Doroudi, S., & Brunskill, E. (2019). Educational data mining and AI-driven personalization. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 29(4), 568–598.
Böck, F., et al. (2025). Learner models: Design, structure, and applications. International Journal of Artificial Intelligence in Education.
Pu, S., et al. (2024). Predicting student success using clickstream data. Journal of Educational Data Mining, 16(1), 1–28.
Johar, N. A., et al. (2023). Learning analytics on student engagement. Sustainability, 15(10), 7849.
Lin, K.-Y., et al. (2025). Human-centered AI in adaptive learning systems. Journal of Systems and Software, 210, 112098.
Su, M., et al. (2025). Choice-making in adaptive learning systems. npj Science of Learning, 10(1), 12.
Kirschner, F., et al. (2018). Cognitive load and learning behavior patterns. Educational Psychology Review, 30(2), 401–421.
Park, Y., et al. (2019). Investigating learning strategies via scroll behavior. Computers & Education, 129, 1–15.
Kim, J., et al. (2014). Understanding video learning interaction patterns. IEEE Transactions on Learning Technologies, 7(4), 315–327.
Settles, B., et al. (2020). Machine learning-driven recommendation in education. Journal of Machine Learning Research (Education Track).
T., et al. (2025). Behavioral modeling in online learning environments. Computers & Education, 201, 104814.

NONLİNEAR SİNGULAR PROBLEMS FOR THE FRACTİONAL LAPLACİAN

Y. EL GHALI
Laboratory LABSIPE, ENSA d' El Jadida, Chouaib Doukkali University
J. IGBIDA
Laboratory DGTIC, CRMEF Casablanca-Settat, SP El Jadida, Chouaib Doukkali
N. ELHARRAR
Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques "ISPITS", Safi
A. KADDAR
Laboratory LABSIPE, ENSA d'El Jadida, Chouaib Doukkali University

ABSTRACT

In the present paper, we study the existence of solutions for the fractional Laplacian problem with nonlinear singular terms. We consider the problem

$$\begin{cases} A(u) = \dfrac{f(x)}{u^{\alpha}} \quad , \quad in\ \Omega, \\ \quad u = 0 \quad , \quad on\ \mathbb{R}^N \setminus \Omega, \\ A(u) = \Delta^s u + \beta(x), \end{cases}$$

where β is a non-decreasing real function, continuous on $\mathbb{R}$, surjective, such that $\beta(0) = 0$ and satisfying $|\beta(x)| \leq M\,|x|$ where M is a positive constant. $\alpha \geq 1, s \in (0,1)$ is the fractional order, Ω is a bounded regular domain in $\mathbb{R}^N$, $N \geq 2$ and f is a non-negative function belonging to an appropriate Lebesgue space $L^m(\Omega)$. We adapt the results of N. Elharrar, J. Igbida and H. Talibi on the $p(\cdot) - Laplacian$ problem with nonlinear singular terms to the fractional case with $p(x) = 2$.

Keywords: Fractional Laplacian problem, nonlinear singular terms to the fractional, existence of solutions for the fractional Laplacian problem.

ENTRAINMENT OF COUPLED FITZHUGH-NAGUMO OSCILLATORS

Uzma ALİ
Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK,Pakistan,
Dr. Emel KHAN
Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

ABSTRACT

FitzHugh-Nagumo model (FHN) is a mechanistic two-dimensional model used to describe the initiation and propagation of the action potential in excitable systems. This work used FHN model which coupled unidirectionally and bidirectionally. An external periodic forcing such as square wave denoted by AF(t) will also be incorporated in the two versions of coupled models. The primary goal of this research is to explore and understand the entrainment of oscillators within a diverse network consisting of two or more cells. Graphically, entrainment patterns are represented Arnold tongue diagrams in the two-parameter space. The study also intends to offer a detailed and comprehensive explanation of this entrainment phenomenon. To achieve this, the research employs tools and techniques derived from the field of dynamical systems, allowing for a deeper understanding of how these interconnected oscillators synchronize and behave.

Keywords: FitzHugh Nagumo, synchronize, Arnold tongue, square wave

INFLUENCE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES ON STRUCTURAL, MECHANICAL, MAGNETIC AND DIELECTRIC PROPERTIES OF NANOCOMPOSITES

Safir Ullah KHAN

ABSTRACT

The nanocomposites of unsaturated polyester resin with glass wool having different concentration of zinc oxide nanoparticles were fabricated by using hand lay-up method. Five samples were fabricated. Structural, electrical, mechanical and magnetic properties were studied. X-ray diffraction results showed the amorphous behavior of nanocomposites both filled and unfilled. A polarization mechanism was examined through impedance spectroscopy which was employed to measure the dielectric constant, dielectric loss and ac conductivity at different temperature (30°C to 130°C) and frequencies ranging from 20 Hz to 20 MHz. The measurement were performed at various levels of zinc oxide nanofillers. Results showed that dielectric properties are enhanced and depend upon the quality of added nanoparticles. The polymer-filler interaction improved the polarization. The dielectric constant, tan loss and ac conductivity increased with concentration of nanofillers increased in polyester resin and raising temperatures. Activation energy was calculated that was decreased with filler concentration of nanoparticles by using universal testing machine (UTM). The young modulus and tensile strength elevated with addition of 1.5wt% zinc oxide nanoparticles in polyester resin. Further addition of nanofillers in polyester resin decreased the young's modulus and tensile strength. The magnetic properties such as saturation magnetization, coercivity and remanance were investigated by using vibrating sample magnetometer (VSM). Polyester nanocomposites indicate the ferromagnetic behavior with incorporation of zinc oxide nanoparticles. The magnetic parameter such as saturation magnetization, coercivity and remanence increased with increase the nanofiller concentration in polyester resin.

SH. YESSENOV UNIVERSITY YOUTH GROWTH PLATFORM

Student Zhakibay O.
Akzhigitova N. M.
Yessenov university, Aktau, Kazakhstan

Annotation

Providing students and undergraduates with high-quality education, infrastructure aimed at the development of youth, training of specialists of the digital future, representatives of the younger generation of the country form a new image of the state, creative abilities, Organization of competitions, competitions, festivals for student youth.

The main task of the university is to provide higher education, quick – witted, conduct scientific research and contribute to the socio - economic development of society, the formation of an active, cultured, well – developed personality with high creative abilities, flexibility in life.

SH. YESSENOV ÜNİVERSİTESİ GENÇLİK GELİŞİM PLATFORMU

ÖZET

Öğrencilere ve lisans öğrencilerine kaliteli eğitim, gençlerin gelişimine yönelik altyapı, dijital geleceğin uzmanlarının eğitimi, ülkenin genç neslinin temsilcileri devletin yeni bir görünümünü, yaratıcılığını, öğrenci gençleri için yarışmaların, yarışmaların, festivallerin organizasyonunu oluşturuyor.

Üniversitenin temel görevi, yüksek öğrenim, zihinsel eğitim, bilimsel araştırma yapmak ve toplumun sosyo-ekonomik gelişimine katkıda bulunmak, yaratıcı, hayata esnek, aktif, kültürel, çok yönlü gelişmiş bir kişiliğin oluşumudur.

Ш. ЕСЕНОВ УНИВЕРСИТЕТІ ЖАСТАРДЫҢ ӨСУ АЛАҢЫ

Студент Жәкібай О.
Ақжигитова Н.М.
Есенов университеті[1], Ақтау қ., Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Студенттер мен магистранттарды сапалы біліммен қамтамассыз ету, жастарды дамытуға бағытталған инфрақұрылым, цифрлы болашақ мамандарын даярлау, еліміздегі жас буын өкілдері мемлекеттің жаңа келбетін қалыптастырады, шығармашылық қабілет, студенттік жастар үшін байқаулар, конкурстар, фестивальдер ұйымдастыру.

Жастар – елдің болашағы, болашаққа сенім арту – жеңісті де жемісті келешектің көрінісі.

Президент Қасым-Жомарт Тоқаев өз Жолдауында «Қазақстан – дарынды жастар мекені. Ертең еліміздің абыройын асыратын да – осы талантты ұл-қыздар. Біз олардың өрісін ашып, қарым-қабілетін шыңдау үшін бар мүмкіндікті жасауға тиіспіз», – деген болатын

Абай Құнанбайұлы өзінің қара сөздерінде «толық» адамның нақыт сипаттамасын берген.

Ақыл, қайрат, жүректі бірдей ұста.

Сонда толық боласың елден бөлек.

Ақыл, қайрат, жүрек бұл үштік біздің тірегіміз деседе болады. Сондықтан жастарға зор үміт артып отыр. Сонымен қатар жастардың замана талабына сай білім деңгейі де жылдан-жылға жоғарылауда.[1]

Университеттің негізгі міндеті – жоғары білім беру, ойы ұшқыр, ғылыми зерттеулер жүргізу және қоғамның әлеуметтік- экономикалық дамуына үлес қосу, шығармашылық қабілеті жоғары, өмірге икемді, белсенді, мәдениетті, жан – жақты дамыған тұлғаны қалыптастыру. Бұл міндеттерді жүзеге асыру барысында университеттің өздерінің миссиясын орындауға бағытталған бірнеше негізгі бағыттарды ұстанады:

1. Білім беру: Студенттер мен магистранттарды сапалы біліммен қамтамасыз ету, оларды кәсіби салада бәсекеге қабілетті мамандар ретінде даярлау.
2. Ғылыми зерттеулер: Жаңа білім мен технологияларды дамыту, ғылыми жаңалықтар ашу, зерттеу жұмыстарын жүргізу.
3. Әлеуметтік қызмет: Қоғамның мәдени, әлеуметтік және экономикалық дамуына үлес қосу, әлеуметтік жауапкершілікті сезіну.
4. Инновациялар мен кәсіпкерлік: Жаңа идеялар мен жобаларды қолдау, инновациялық экожүйені қалыптастыру, кәсіпкерлік дағдыларды дамыту.
5. Халықаралық ынтымақтастық: Әлемдік білім беру және ғылыми қауымдастықпен байланыстарды нығайту, халықаралық бағдарламалар мен жобаларға қатысу.

Осы міндеттерді орындау арқылы университет қоғамның дамуына ықпал етіп, білім мен ғылым саласында маңызды рөл атқарады.

Білім алушы студенттерге көптеген бағдарламалар бар. Олар: ғылыми тағлымдама және шәкіртақы бағдарламалар, Ш. Есенов атандағы шәкіртақы бағдарламасы, жастарды дамытуға бағытталған инфрақұрылым, форумдар мен конференциялар өткізілуде.

Ғылыми тағылымдама және шәкіртақы бағдарламалары: Университет студенттерінің ғылыми әлеуетін арттыру мақсатында түрлі бағдарламалар ұйымдастырылады. Мысалы, «Әлем зертханаларындағы ғылыми тағылымдама бағдарламасы – 2026» байқауы жарияланып, әлемнің жетекші зертханаларында жазғы ғылыми тағылымдамадан өту үшін 10 грант ұсынылды.

Ғылыми тағылымдама бағдарламаның мақсаты – әлемнің үздік ғылыми және зерттеу зертханаларында жұмыс істеуге мүмкіндік беру арқылы магистратура және PhD бағдарламасына түсу кезінде Қазақстандық студенттер мен ғылыми қызметкерлердің бәсекеге қабілеттілігін арттыру. Үміткер Қазақстан Республикасының аумағында тұратын Қазақстан Республикасының азаматы болуы керек. [3]

Шахмардан Есенов атындағы шәкіртақы бағдарламасы: Академик Шахмардан Есеновтің есімін мәңгі есте сақтау мақсатында университетте шәкіртақы бағдарламасы жүзеге асырылуда. Бұл бағдарламаға қазақстандық университеттердің 2-3 курс бакалавриатында немесе 1-курс магистратурасында оқитын Қазақстан азаматтары қатыса алады.

Бағдарлама қатысушылары: қазақстандық университеттерде жаратылыстану-ғылыми, техникалық, медициналық және IT мамандықтары бойынша білім алып жатқан бакалавриаттың 2-3 курс студенттері, медициналық ЖОО үшін бакалавриаттың 2-5 курсы, 18 жасқа толған Қазақстан азаматтары. **Гранттар саны:** 20. [5]

Жастарды дамытуға бағытталған инфрақұрылым: Университетте жастардың шығармашылық және ғылыми әлеуетін дамытуға арналған түрлі инфрақұрылымдар бар. Бұл жастардың өз идеяларын жүзеге асыруына, жаңа жобаларды бастауына және кәсіби дағдыларын жетілдіруіне мүмкіндік береді.

Әлеуметтік қолдау көрсету және жастарды дамыту басқармасы – мемлекеттік жастар саясатын жүзеге асыру бойынша университетте тәрбие жұмыстарын ұйымдастыру; студенттік жастардың шығармашылық әлеуетінің кәсіби қалыптасуы мен өзін – өзі жүзеге асыруына жағдай жасайды, жаңа жарқын дарындарды анықтап, олардың шығармашылық қабілеттерін дамыту; білім алушыларға әлеуметтік қолдау көрсету бойынша жұмысты бақылауды және реттеуді ұйымдастырады; университеттің білім алушылары мен жұмыскерлерінің тұрғын үй мәселелері бойынша жұмысты бақылауды және реттеуді ұйымдастырады; білім алушының жеке қабілетін, денсаулық жағдайы мен уәждемесін ескере отырып, оның жеке басының дене шынықтыруын қалыптастырады; университетте жұмыс істейтін шығармашылық үйірмелердің жұмысын ұйымдастыру және үйлестіру; Студенттік жастар үшін байқаулар, конкурстар, фестивальдер ұйымдастыру; әр түрлі гранттар алуға арналған облыстық, республикалық конкурстарға, шығармашылық байқауларға, дебаттарға және т. б. қатысу үшін студенттерге көмек көрсету; жастардың бос уақытын мазмұнды өткізу үшін қызығушылықтары бойынша клубтардың, үйірмелердің, секциялардың бірлестіктердің жұмысын ұйымдастыру және бақылау; тәлімгерлердің ұсынған мәліметтері бойынша халықтың әлеуметтік осал

топтарынан білім алушыларды есепке алу; білім алушыларды медициналық қамтамасыз ету бойынша медициналық кабинеттің жұмысын үйлестіру; студенттік жатақханалардағы орындарды есепке алу және бөлу; өзге жастар ұйымдарымен, қаланың, облыстың, республиканың әртүрлі үкіметтік және үкіметтік емес ұйымдарымен байланысты жүзеге асыру; университеттің талантты және шығармашыл белсенді студенттерін анықтау; ведомстволық, ЖОО аралық, аудандық, қалалық, өңірлік және халықаралық іс-шараларға (фестивальдар, конкурстар) қатысу және жеңістер арқылы университеттің шығармашылық имиджін құру және нығайту; Есенов Университетінде 3 студенттік жатақхана бар, ондағы барлық орын саны 1250. № 1 жатақханада – 300 орын, № 2 жатақхана -450, № 3 – 500; 2022-23 оқу жылына түскен өтініштің 100 пайызы қанағаттандырылып, университет жатақханаларына 500 білім алушы орналастырылды. [2]

Форумдар мен конференциялар: Университет жастардың кәсіби және жеке дамуына ықпал ететін түрлі іс-шаралар ұйымдастырады. «Университет – ой-пікір алаңы» атты халықаралық форумда қазақстандық және шетелдік танымал спикерлер қатысып, жастарға арналған түрлі тақырыптарда пікір алмасқан.

«Университет – ой-пікірлер аймағы» атты халықаралық форумы санды болашақ мамандарын даярлау саласында тәжірибе және инновациялық шешімдерімен алмасу үшін диалог алаңы іспеттес. Шара цифрлы болашақ мамандарын даярлау саласында тәжірибе және инновациялық шешімдермен алмасу үшін диалог алаңын ұйымдастыру мақсатында өтті. Форум педагогтарды, кәсіпкерлерді, жоғары және қосымша білім беру ұйымдарының басшыларын, сарапшыларды, жергілікті мемлекеттік құрылымдардың өкілдерін – Қазақстанның болашақта білім алуға мүдделі барлық тұлғаларды біріктіреді.

Жоғары білім – аймақтық, ұлттық, ғаламдық деңгейге дейінгі үлкен мүдде. Бүгінде университетте білім, мәдени құндылықтар, азаматтық қалыптасудағы және әлеуметтік бағыттардағы пікірталастар өрбу үстінде. Жоғары білімнің әртүрлі әлеуметтік-экономикалық деңгейдегі университеттердегі қызметі, олардың маңыздылығын анықтау, сондай-ақ білім берудің институт ретінде қалыптасуға әсерлері, сананы жаңғыртуда, мақсатты жақсартудағы міндеттері де өзекті бола түспек. Бүгінгі цифрлы әлемде құндылықтар мен мағыналы бағыттардың қалыптасуына, тек қана тұрақтылықты ғана емес, одан әрі дамуды қамтамасыз ететін модельдердің қалыптасуына жаңа бағдар беріледі. [4]

Жастар – қай заманда, қай елде болсын асқақ арман мен үміт, биік ар мен өр намыстың символы. Еліміздегі жас буын өкілдері мемлекеттің жаңа келбетін қалыптастырады.

Олардың жаңа белестерге деген ұмтылысы жаңа идеялардың туындауына себепші болды.

Білімді, тәрбиелі жас – болашақтың кепілі. Егер жастар жақсы білім алып, ғылыммен айналысып, ұлттық құндылықтарды бойына сіңірсе, елдің дамуы мен өркендеуі қамтамасыз етіледі. Әр бір жас әрбір мемлекеттің, ұлттың ертеңі – сол елдің жастарының тәрбиесі мен білім деңгейіне, олардың патриоттық рухы мен еңбекқорлығына байланысты.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тоқаев К.К. Абай – духовный реформатор / https://www.kazpravda.kz//news/mir-abaya/abai-duhovnii-reformator (қаралған уақыт 01.12.2025)
2. Әлеуметтік қолдау көрсету және жастарды дамыту басқармасы – Yessenov University. (қаралған уақыт 01.12.2025)
3. «Әлем зертханаларындағы ғылыми тағылымдама бағдарламасы – 2026» байқауы жарияланды. (қаралған уақыт 01.12.2025)
4. «Университет – ой-пікір алаңы» - ruh.kz. (қаралған уақыт 01.12.2025)
5. Академик Ш.Есенов атындағы шәкіртақы 2024. (қаралған уақыт 01.12.2025)

CO (II) AND CU(II) COMPLEXES WITH [2-(BENZO[D]THIAZOL-2-YL)PHENOL] LIGAND : SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXYDANT ACTIVITY

Ibtissam ELARAAJ
Asmae NAKKABİ
Noureddine EL MOUALIJ
Mohammed FAHIM
Laboratory of Innovative Materials and Biotechnology of Natural Resources, Faculty of Science Moulay Ismail, MEKNES

ABSTRACT

Schiff bases and their metal complexes have various applications in several fields, such as catalysis in various biological systems, medicine as antibiotics and anti-inflammatory agents, and also in industry as compounds with anti-corrosive properties.

This work concerns the preparation of Cu(II) and Co(II) complexes from the benzothiazol ligand[2-(benzo[d]thiazol-2-yl)phenol]. The molecular structures of the synthesized compounds were elucidated using various spectroscopic analysis methods such as mass spectroscopy, IR, UV-vis, NMR (1H, 13C). In addition, the antibacterial and antioxidant activity of the ligands and their metal complexes, were examined in vitro.

TRACKING $PM_{2.5}$ TRENDS IN BANGLADESH (2017–2022): GHAP INSIGHTS AND WHO GUIDELINE EXCEEDANCES

Md. Osman Gani RASEL
Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh
Department of Civil Engineering
Md. Mahfuj Ahmed SİZAN
Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh
Department of Civil Engineering
Ziaul Haider CHOWDHURY
Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh
Department of Civil Engineering

ABSTRACT

Air pollution has become a critical environmental and public health concern in Bangladesh, with fine particulate matter ($PM_{2.5}$) posing significant risks due to its severe impacts on respiratory and cardiovascular health. This study investigates the spatial and temporal variability of $PM_{2.5}$ concentrations across Bangladesh from 2017 to 2022 using the Global High-Resolution Air Pollution (GHAP) $PM_{2.5}$ dataset. Annual mean $PM_{2.5}$ values were derived by processing daily GHAP images within the Google Earth Engine (GEE) platform, where the dataset's scale factor was applied to obtain accurate concentrations in $\mu g/m^3$. The resulting yearly composites were clipped to the Bangladesh boundary and analyzed to assess national trends and deviations from the World Health Organization (WHO) Air Quality Guidelines. The study reveals persistently elevated $PM_{2.5}$ levels throughout the six-year period, substantially exceeding the WHO annual guideline of 5 $\mu g/m^3$. A gradual increasing trend is observed in several regions, particularly urban and industrial zones. Potential drivers of the rise in $PM_{2.5}$ include rapid urbanization, increased vehicular emissions, brick kiln expansion, industrial activities, biomass burning, and transboundary pollution transport. These findings highlight the urgent need for strengthened air quality monitoring, evidence-driven mitigation policies, and sustainable urban planning strategies. The study demonstrates the value of GHAP satellite-based datasets and cloud computing tools such as GEE for long-term air quality assessment in data-scarce regions like Bangladesh.

Keywords: $PM_{2.5}$ Concentration, GHAP Dataset, Google Earth Engine (GEE), WHO Air Quality Guidelines, Bangladesh Air Pollution

DRUG-INDUCED CARDIOTOXICITY: MECHANISMS, DETECTION, PHARMACOGENOMIC INSIGHTS, AND EMERGING THERAPEUTIC STRATEGIES”

Palanisamy A.
Deepak S.
Ravi C.
Bharath institute of higher education and research chennai.

Abstract

Drug-induced cardiotoxicity represents a significant clinical challenge and a major limitation in the use of various therapeutic agents, particularly anticancer drugs. Cardiotoxicity refers to structural or functional damage to the myocardium, conduction system, or cardiac vasculature resulting from drug exposure. Agents such as anthracyclines, trastuzumab, and tyrosine kinase inhibitors have markedly improved cancer survival but also contribute to acute, chronic, reversible, or irreversible cardiac injury. The underlying mechanisms include oxidative stress, mitochondrial dysfunction, endothelial damage, ion channel disruption, and genetically mediated susceptibility. These pathways lead to myocardial inflammation, fibrosis, contractile impairment, and life-threatening arrhythmias.Early detection is essential because traditional measures such as left ventricular ejection fraction (LVEF) often fail to identify subtle, preclinical damage. Modern diagnostic tools—including global longitudinal strain (GLS) via speckle-tracking echocardiography, high-sensitivity cardiac troponins, natriuretic peptides, advanced cardiac MRI, and ECG monitoring—enable more sensitive detection. Additionally, pharmacogenomics has advanced understanding of interindividual variability, identifying variants in genes such as CBR3, SLC28A3, and HER2 that influence susceptibility to drug-induced cardiac injury.Emerging technologies are transforming preclinical and clinical assessment. Human iPSC-derived cardiomyocytes replicate patient-specific cardiotoxic responses, supporting mechanistic insight and personalized risk profiling. Artificial intelligence and deep-learning frameworks integrate imaging, biomarker, and electrophysiological data to enhance early detection and risk prediction. Gene-editing tools, particularly CRISPR, facilitate functional validation of candidate variants and identification of novel cardioprotective strategiesPrevention and management rely on risk stratification, cardioprotective therapies (such as dexrazoxane, beta-blockers, ACE inhibitors, and statins), optimized drug formulations, and multidisciplinary care guided by contemporary ESC and ASCO recommendations.

Precision cardio-oncology—integrating genomics, biomarkers, imaging, and computational modeling—represents the future of personalized prevention and treatment. Ultimately, drug-induced cardiotoxicity is increasingly recognized as a preventable complication, and advancements in science now enable improved patient safety while preserving therapeutic efficacy.

Keywords:Drug-induced cardiotoxicity; Anthracyclines; Trastuzumab; Tyrosine kinase inhibitors; Oxidative stress; Mitochondrial dysfunction; Endothelial damage; QT prolongation;

WOMEN'S EMPOWERMENT AND DEVELOPMENT THROUGH SPORT: A MULTI-FACETED ANALYSIS WITH RELIGIOUS, SOCIO-POLITICAL, CULTURAL, ECONOMIC, AND HISTORICAL PERSPECTIVES, AND FUTURE OUTLOOK

Nasrin ZIAYEE
Master's Student of department of women and Family.Ahlul-Bayt International University Tehran.
Dr. Samira NASIRZADEH
Ahlul-Bayt International University, Tehran

ABSTRACT

The historical trajectory of women's participation in sports is intricately interwoven with socio-cultural constructs of gender, reflecting a multifaceted interplay among societal norms, institutional barriers, and the quest for equity. This presentation critically examines the evolution of women's sports, particularly within the context of systemic discrimination that has historically constrained female athletes' access to competitive opportunities. Prior to the enactment of Title IX in 1972, women encountered substantial institutional impediments, including pervasive gender bias, restrictive quotas within educational and professional domains, and societal expectations that marginalized their athletic endeavors.

As articulated by Lopiano (2000), the women's movement of the 1970s emerged as a catalytic force advocating for reform, significantly enhancing both visibility and participation rates among female athletes. However, Wughalter (1978) elucidates the enduring conflict faced by female athletes, who must navigate the dichotomy between socially constructed notions of femininity and the masculine attributes frequently ascribed to competitive sports. This conflict engenders varying degrees of social disapproval, particularly toward girls participating in traditionally male-dominated sports, thereby influencing participation dynamics and the broader cultural narrative surrounding women in athletics.

Recent scholarship, including the constructivist framework advanced by Pfister (2010) and the historiographical reflections presented by Osborne and Skillen (2020), underscores the necessity of reconceptualizing gender as a socially constructed phenomenon subject to historical and contextual variations. Moreover, the economic implications of women's participation in sports merit rigorous examination; investment in women's sports not only fosters individual empowerment but also catalyzes broader economic growth through enhanced sponsorship opportunities and increased participation rates.

This presentation aims to synthesize these multifaceted perspectives on the historical and ongoing challenges faced by women in sports, emphasizing the persistent socio-cultural barriers and economic impediments that hinder female athletes' progress. By engaging with the intersections of culture, media, gender relations, and economic factors, this study advocates for sustained scholarly inquiry and policy reforms that promote equitable sporting environments, thereby ensuring that female athletes receive the recognition and support necessary for their sustained participation and success.

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ELASTIC AND UV RESISTANT DURABLE PVC PIPE

Rehman KHAN
Mechanical Engineering Department, University of Engineering and Technology Taxila, Punjab Pakistan.
Muhammad Ali NASİR
Mechanical Engineering Department, University Of Engineering And Technology Taxila, Punjab Pakistan

ABSTRACT

The PVC pipes are facing issue of brittleness and their strength reduces up to 20% when exposed to sun rays. The inclusion of resin (P. vax) and composite coating on polyvinyl chloride (PVC) pipes greatly enhances the physical and mechanical properties of the PVC pipes. In this study, the effects of resin and surface treatment by different coating e.g. paints, Calcium Carbonate and glass fabric composite were studied by means of tensile, heat reversion and impact testing.The tensile strength, elastic modulus, strain to failure and pressure bearing capacity of PVC pipes were measured. Uniform dispersion of the glass fabric composite layer on PVC pipes proved to be a critical factor. Impact testing revealed that sample PVC pipes, after forty three days exposing to Sun Ultraviolet rays greatly reduce the strength of PVC pipes except sample glass fabric composite layered blue PVC pipe. Glass fabric composite layered PVC pipes had stress bearing capacity upto 80% more than ordinary PVC pipes.
Keywords: Polyvinyl Chloride,Calcium Carbonate ,Glass Fabric Composite, Tensile Testing, Impact Testing, Heat Reversion Testing.

1.Introduction

Like other thermoplastic materials, PVC Pipes' response to stress and strain depends on both time and temperature. A plastics material experiences complex strain behaviour when a steady static load is applied to it. As soon as the stress is removed, there is an immediate elastic reaction that is entirely recovered. Additionally, there is a gradual deformation that lasts throughout the application of the force till rupture. This is considered creep. If the load is removed before to failure, the original dimensions gradually return over time.

Temperature has an impact on both creep and recovery rates. Creep rates typically rise with temperature.

In PVC pipes, when exposed to sun ultra violet rays the phenomenon becomes comoplex and the strength of PVC pipes decreases and it becomes brittles,due to which cracking may occur after long period of time and a complete failure chances increases.

2.Research and Findings

The model PVC pipe was prepared prepared by adding resin (P.VAX) in PVC pipe composition after testing the material in the New tech laboratory, the composition of the model PVC pipe material is shown in Table 2.1.

Table 2.1: Material Composition

Material	Value (KG)
Resin 67 R	85
CACO3	12
P. VAX	0.5
C.BLACK	0.5
TiO2	0.5
Stabilizer	3

2.1.Experimentation

2.1.1.Workpiece preparation

The PVC pipe of 6 meter length and 4 inch diameter was cut down by specimen cutting machine using disk cutter placed in New Tech pipes, Islamabad. Initially, the work piece were prepared for other testing were 12 cm in length for all kind of testing.

2.1.2.Samples preparation

Two sample of PVC pipe were carefully coated with glass fabric composite layer at Composite Lab, UET Taxila. For blue PVC pipe sample we coated it with rough woven glass fabric and then resin and hardner mixer were layered on this sample.which is shown in the figure 2.1. For black PVC pipe sample we coated it fine woven glass fabric and then resin and hardner mixer were layered on this sample.which is shown in the figure 2.2 . All the work piece were properly placed at the top floor for exposure of Sun Ultrviolet rays upto forty three days.



Figure 2.1 PVC pipe blue

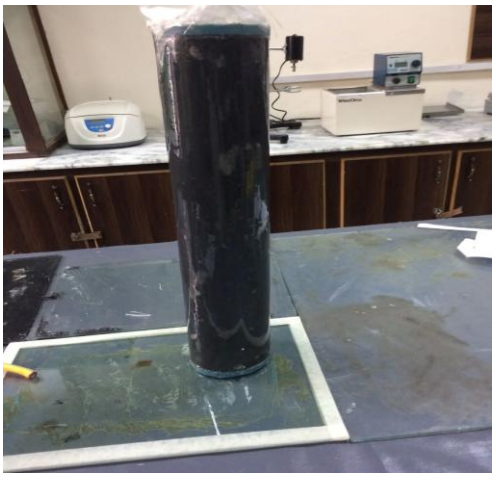


Figure 2.2. PVC pipe black

One sample of 12 cm length and 4 inch diameter of PVC pipe was coated with green spray paint. Second sample of 12 cm length and 4 inch diameter of PVC pipe was coated with white paint. Third sample of 12 cm length and 4 inch diameter of PVC pipe was coated with white paint with the mixer of petrol. Fourth sample of 12 cm length and 4 inch diameter of PVC pipe was coated with CACO3. Fifth sample of 12 cm length and 4 inch diameter of PVC pipe was coated with CACO3 with the mixer of salt and plaster of paris. All samples were placed at the top floor of the New tech pipes, Islamabad for exposure of sun Ultraviolet rays upto forty days. Which are shown infigure 2.3 and 2.4.



figure 2.3 PVC pipe Green spray paint coating



figure 2.4 PVC pipe without coating



figure 2.5 PVC pipe white petrol paint coating



figure 2.6 PVC pipe white paint coating

2.1.3.Tensile testing

In a tensile testing machine, the test is a destructive technique, in which a tested material of a standard shape and measurements (arranged by ASTM E08: standard test strategy for tensile properties of plastics) is subjected to axial load. A constant strain rate of 12 mm/min was set up to break the samples. A dog-bone standard sample is presented in **Hata! Başvuru kaynağı**

bulunamadı. and all dimensions are in mm. There are many methods to investigate the mechanical and structural properties of the material; one is the uniaxial tensile test to calculate the tensile strength of the material. Tensile testing of samples were tested at New Tech Pipes, Isalamabad on a tensile testing machine.

Dog bone specimens were prepared according to the ASTM.It was ensured that the tensile sample are well shaped in all direction. The maximum value of the strength was taken as ultimate tensile strength and the entire test was performed under tension to measure the strength of the samples. Following formula were used.

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{2.1}$$

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \tag{2.2}$$

The prepared specimens of PVC pipes are examined by considering conditions given in Table 2.1.

Table 2.1: Test conditions

Parameter	Pvc pipe specimens
Speed	12 mm/minute
Enviornment	25 C°
Humidity	15%

2.1.4.Impact and Heat Reversion Testing

In impact testing machine the standard six inches in length and four inch in diameter PVC pipes samples were tesed according to standard procesdure 2.75 kg load for four inch diameter PVC pipes and six striking were carried out from 2000 mm height to measure the strength of the PVC pipes.

In heat reversion testing the standard shape specimen were marked and performed the experiment withISO 2505 guidelines which is set to <5% in change in length at 150 degree centigrade for 15 minutes.

2.2.Experimentation Results

2.2.1.Stressand elongation evaluation in PVC pipes

The maximum stress that glass fabric composite layered blue PVC pipe bears is 53.62 MPa which is highest amongst all sample of PVC pipes . Which is shown in Table 4.1.

Table 4.1 Maximum stress for glass fabric composite layered blue PVC pipe

Sr. No	Force max N	Stress max MPa	Elongation at yield %	Force at break N	Elongation at break %	Aarea mm²
1	1608.67	53.62	30.5	989.56	103.1	30

The Force in newton on y-axis and percentage elongationon x-axis curve of glass fabric composite layered blue PVC pipe is shown in Figure **Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.**.1.

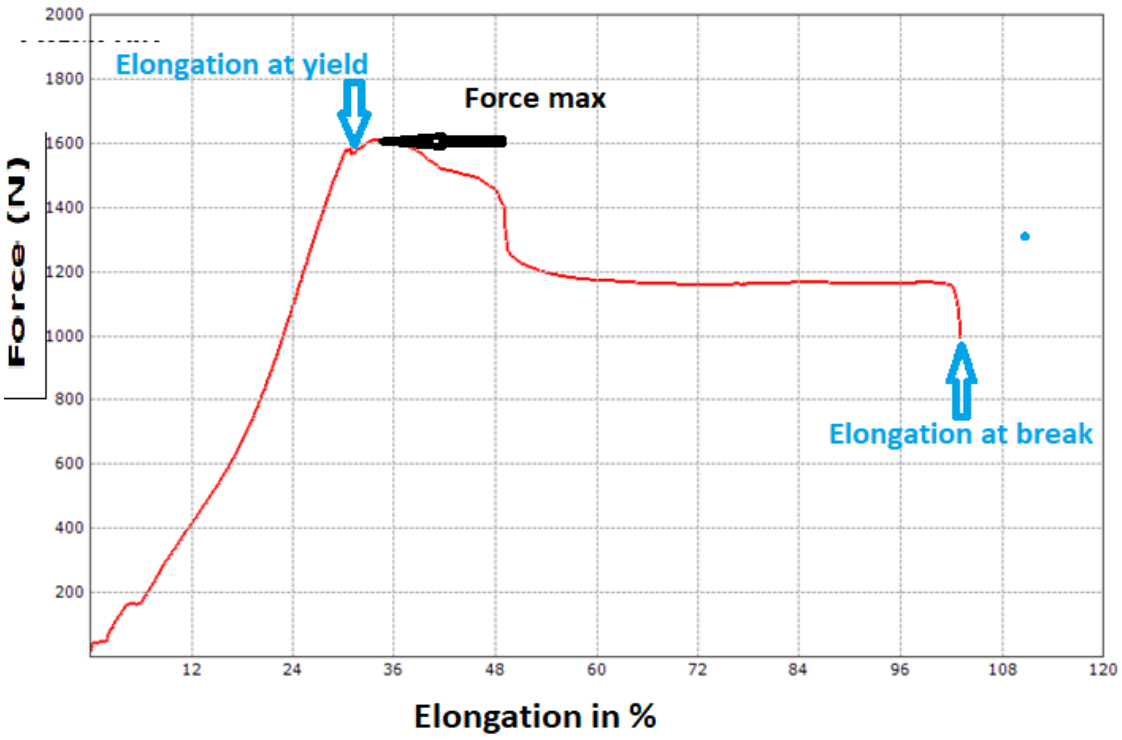


Figure Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.**.2:** Force-Elongation curve of glass fabric composite layered blue PVC pipe

The Maximum stress that PVC pipe with plasticizer can bear is 36.54 MPa which is shown in the table 4.4.

Table 4.4 : Maximum stress for PVC pipe with plasticizer

Sr. No	Force max N	Stress max MPa	Elongation at yield %	Force at break N	Elongation at break %	Aarea mm²
1	1096.33	36.54	21.3	806.96	62.5	30

The Force in newton on y-axis and percentage elongationon x-axis curve of PVC pipe with plasticizer is shown in Figure **Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.**.5.

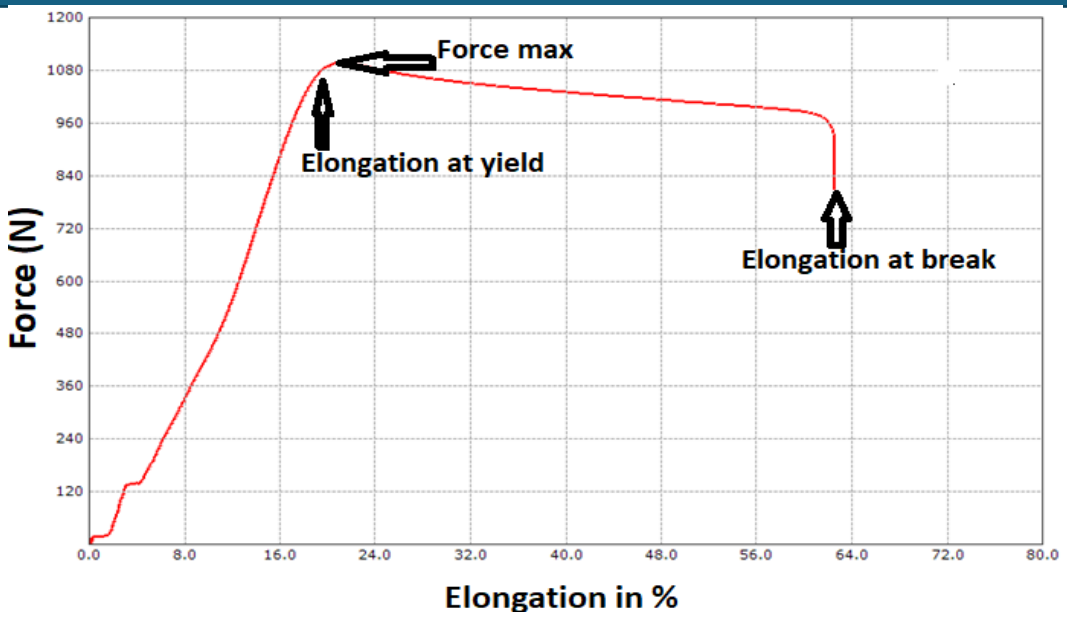


Figure Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı..**5:** Force-Elongation curve of PVC pipe with plasticizer

The normal PVC pipe sample without plasticizer can bears maximum stress of 30.66 MPa which is shown in table 4.8.

Table 4.8 : Maximum stress for PVC pipe sample without plasticizer

Sr. No	Force max N	Stress max MPa	Elongation at yield %	Force at break N	Elongation at break %	Aarea mm^2
1	1073.21	30.66	7.1	833.05	19.9	35

The Force in newton on y-axis and percentage elongationon x-axis curve of PVC pipe without plasticizer is shown in Figure **Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.**.9.

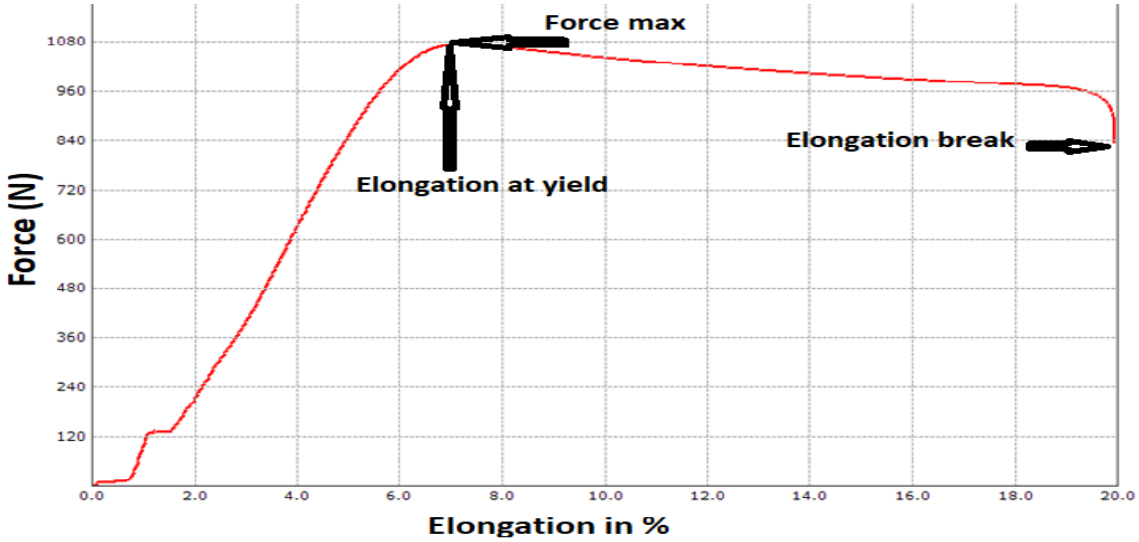


Figure Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı..**9:** Force-Elongation curve of PVC pipe without plasticizer

2.2.2.Heat reversion and Impact test analysis

All the sample of PVC pipes passed the standard heat reversion test before and after exposing to sun ultraviolet rays. The standard PVC pipes passed the standard impact test before exposing to sun ultraviolet rays but all the sample of PVC pipes after exposing upto forty three days of sun ultraviolet rays failed the standard impact test which is according to four inch diameter PVC pipe except glass fabric composite layered PVC pipe blue which passed the standard impact test and there was no cracking in the sample after standard six striking of specific load.

3.Conclusions

In the current study, the prepared model samples of PVC pipes are investigated through different techniques after exposing them to Sun Ultraviolet rays upto forty three days. The final conclusion drawn from present study are as follows:

I.After adding 0.5kg of resin (P.vax) in the mixer of PVC the elastic properties of PVC pipes changes tremendously upto 6 MPA which is 20% increase in stress bearing capacity of PVC pipes.

II. It is observed that the intensity of Sun rays directly affects the strength of PVC pipes and normal PVC pipes exposed to sun rays reduces their stress bearing capacity upto 20%.

III. The stress bearing capacity of glass fabric blue PVC pipe comes highest amongst all PVC pipe sample which is 53 MPa which is 80% increase in stress bearing capacity when compared to ordinary PVC pipe.

IV. After forty three days the stress bearing capacity of white paint coated PVC pipe is reduced to 30.13 MPa which is 16.67% decrease in stress bearing capacity when compared to normal plasticized PVC pipe.

V.After forty three days exposer to Sun UV rays only the glass fabric composite coated blue PVC pipe passed the standard impact test apart from all six specimen.

VI.In this experimentation six different coatings are selected to explore the effect of Sun Ultravioletrays for heat reversion test all six specimen of PVC pipe passed the standard heat reversion test.

REFERENCES

[1] Al-Malack, M. H., & Sheikheldin, S. Y. (2001). Effect of solar radiation on the migration of vinyl chloride monomer from unplasticized PVC pipes. *Water research*, *35*(14), 3283-3290.

[2] N. Merah1 Advanced Materials Research Vols 652-654 (2013) pp 1277-1282 Online:2013-01-25 © (2013) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.652-654.1277

[3] University of Thi_Qar Journal for Engineering Sciences
ISSN 2075-9746 http://www.doi.org/10.31663/tqujes.10.1.313(2019) Vol10 No.1 (May 2019)

[4] The Author(s) 2020 Article reuse guidelines: sagepub.com/journals-permissions DOI: 10.1177/0892705720962167 journals.sagepub.com/home/jtc
[5] Sådhanå (2018) Indian Academy of Sciences https://doi.org/10.1007/s12046-018-0847-5Sadhana(0123456789().,-volV)FT3](0123456789().,-volV)
[6] Journal of Science and Technology ISSN: 2456-5660 Volume 5, Issue 1, Jan-February 2020, PP 29-42 www.jst.org.in
[7] S0014-3057(14)00193-1 DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.06.008
[8] Wols, B. A., & Van Thienen, P. (2014). Modelling the effect of climate change induced soil settling on drinking water distribution pipes. *Computers and Geotechnics*, *55*, 240-247.
[9] Stuart, S. (2011). *Evaluation of HDPE and PVC pipes used for cross-drains in highway construction* (Doctoral dissertation).
[10] Ferrante, M. (2021). Transients in a series of two polymeric pipes of different materials. *Journal of Hydraulic Research*, 1-10.
[11] Dan-Asabe, B. (2018). Thermo-mechanical characterization of banana particulate reinforced PVC composite as piping material. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, *30*(4), 296-304.
[12] Franchini, M., & Lanza, L. (2014). Leakages in pipes: generalizing Torricelli's equation to deal with different elastic materials, diameters and orifice shape and dimensions. *Urban Water Journal*, *11*(8), 678-695.
[13] Abbas, B. J. (2017). Parametric studies of reducing applied stress on buried PVC pipes using finite element. *Muthanna J Eng Technol (MJET)*, *5*(2), 21-29.
[14] Al Salloum, H., Saunier, J., Aymes-Chodur, C., Barakat, H., & Yagoubi, N. (2015). Impact of the nature and concentration of plasticizers on the ability of PVC to sorb drug. *International journal of pharmaceutics*, *496*(2), 664-675.
[15] Gama, N., Santos, R., Godinho, B., Silva, R., & Ferreira, A. (2019). Triacetin as a secondary PVC plasticizer. *Journal of Polymers and the Environment*, *27*(6), 1294-1301.
[16] Kumar, S. (2019). Recent developments of biobased plasticizers and their effect on mechanical and thermal properties of poly (vinyl chloride): a review. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *58*(27), 11659-11672.

COANDA EFFECT FOR VERTICAL JET IMPACTING HORIZONTAL CYLINDER

Mymuna NAUSIN
Shen Wai International School (SWIS), 29 Baishi Third Road, Nanshan, Shenzhen, China
Monica SEERWANI
Shen Wai International School (SWIS), 29 Baishi Third Road, Nanshan, Shenzhen, China
Md. Mahbub ALAM
Harbin Institute of Technology (Shenzhen), Shenzhen 518055, China

ABSTRACT

The Coanda effect is a tendency of flowing fluid to follow the solid surface rather than to separate under the inertial effect. This paper presents the effects of surface curvature and jet diameter on the Coanda angle and jet deflection for a vertical jet (diameter d = 0.6 and 1.0 cm) impacting a horizontal cylinder of diameter D = 0.5–5.5 cm. The penetration depth h of the cylinder in the jet is varied from h/D = 0.01–0.4. For d = 0.6 cm, the round jet impacting the cylinder evolves into a planar jet for $D \geq 1.5$ cm where the jet deflection is positive, dictated by the Coanda effect. The deflection of the jet is negative for D = 0.5 and 1.0 cm where the bouncing (inertial) effect overwhelms the Coanda effect. For d = 1.0 cm, the jet deflects in the positive direction, regardless of D. With increasing h/D or D, both deflection and Coanda angles monotonically increase. An intermittent switch of the jet from one side of the cylinder to the other is observed for certain curvature of the cylinder, ascribed to the competition between bouncing and Coanda effects.

Keywords: Coanda effect, jet, cylinder, bouncing effect, curvature

APPLICATION OF TWO-ANTENNA CONFIGURATIONS FOR MICROWAVE TISSUE ABLATION

Marija RADMILOVIĆ-RADJENOVIĆ
Branislav RADJENOVIĆ
Nikola BOŠKOVIĆ
Institute of Physics, University of Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Microwave ablation (MWA) emerges as a powerful thermal modality for minimally invasive treatment of unresectable tumors and cardiac arrhythmias, neuromodulation, endometrial ablation, and other applications. MWA system is composed of high-power MW sources, ablation applicators for delivering power from the generator to the target tissue, cooling systems, energy-delivery control algorithms, and imaging guidance systems. A critical component of MWA systems is the applicator consists of an antenna for coupling applied microwave (MW) power from a generator to the targeted tissue. It was shown that two-antenna configurations lead to less invasive microwave ablation than using the single-antenna configuration. Ablation zones created using two antennas are smaller causing less damage to the healthy tissue as compared to those created using a single antenna. For this study, three-dimensional simulations were carried out by using the COMSOL Multiphysics software package for two-antenna thermal ablation of tissue. The obtained simulation results reveal that two-antenna configurations produce more uniform thermal profiles and higher peripheral tissue temperatures.

Keywords: Two-antenna configuration, microwave ablation, ablation zone, tissue

Acknowledgements. This study was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, The Program IDEAS, GRANT No. 7739583, SimSurgery.

A REVIEW OF DEEP LEARNING-ENHANCED CHEST X-RAY ANALYSIS

Mohammed Lawal TORO
Tomsk Polytechnic University School of Computer science and Robotics
Lenina 30, 634034 Tomsk, Russia
ORCID ID: 0000-0003-3589-5564

ABSTRACT

Chest radiographs are frequently utilized in medicine, and at the moment, chest X-rays serve a critical role in the diagnosis of medical disorders such as pneumonia and COVID-19 disease. Deep learning algorithms have recently advanced, resulting in promising performance in medical picture categorization and prediction applications. There has been an increase in recent related papers due to the availability of chest X-ray datasets and growing trends in data engineering methodologies. Only a few survey publications have recently tackled chest X-ray categorization using deep learning approaches. However, they lack an examination of recent study patterns. This systematic review paper investigates and analyzes similar works that used deep learning approaches to interpret chest X-ray pictures. We discuss cutting-edge deep learning-based pneumonia and COVID-19 detection algorithms, trends in recent studies, publicly available datasets, deep learning process guidance, obstacles, and prospective future research areas in this domain. The evaluated work's discoveries and conclusions have been organized in such a way that academics and developers working in the same domain can utilize this work to help them make research decisions.

Keywords; Radiography, Pneumonia, COVID-19, Computer-aided diagnostics,Medical image processing, Convolutional Neural networks, respiratory diseases.

WHEELCHAIR FALL DETECTION USING IOT

SATHEESH M.
RAMYA M.
PRAGADEESH R.
SANTHOSH KUMAR S.
BHUVAN KANNA S.
Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu

ABSTRACT

As we age, we need to watch our elders to ensure their health and safety. Due to their weak bones and weak joints, they are at a great risk of falling. At this time, it is necessary to find out if the elderly have fallen in order to promptly help. People in wheelchairs should also be checked for falls. For this we offer a smart fall detection system. The system uses accelerometer and gyroscope sensors to detect person movement. It can be mounted on a person's hand or wheelchair for detection. The sensor is connected to a microcontroller to continuously transmit accelerometer data. The system now continues to monitor to detect falls and sudden changes in the person's movements. A sudden, abrupt, jerky change in the system is referred to as a fall. Now, in case the person doesn't fall and the alarm is false, the system will snooze the alarm if the person presses the snooze button within 5 seconds. If the person does not press the snooze button, the system will detect that person has fallen and automatically trigger an alarm through the Wi-Fi connection to immediately notify his or her loved ones about the situation.

Keywords: Microcontroller, Accelerometer, Gyroscope, Wheelchair

SLEEP MONITORING FROM EEG SIGNALS

PAVITHRA P.
Electrical And Electronics Engineering Bannari Amman Institute Of Technology-Sathyamangalam
SANJAY KANTH S. A.
Electronics And Instrumentation Engineering Bannari Amman Institute Of Technology-Sathyamangalam
MADHUSHREE S.
Electronics And Instrumentation Engineering Bannari Amman Institute Of Technology-Sathyamangalam
KIRUTHIKA DEVI R.
Electrical And Electronics Engineering Bannari Amman Institute Of Technology-Sathyamangalam

ABSTRACT

Manual sleep stage scoring is frequently performed by sleep specialists by visually inspecting the patient's neurophysiological signals collected in sleep labs. In general, this is a difficult, time-consuming, and tedious task. Because of the limitations of manual sleep stage scoring, there is a greater need for the development of Automatic Sleep Stage Classification (ASSC) systems. The classification of sleep stages refers to identifying the various stages of sleep and is an important step in assisting physicians in the diagnosis and treatment of related sleep disorders. The goal of this paper is to survey the progress and challenges in various existing Electroencephalogram (EEG) signal-based methods used for sleep stage identification at each phase, such as pre-processing, feature extraction, and classification, in order to identify research gaps and potentially introduce a reasonable solution. Many prior and current related studies use multiple EEG channels and are based on epoch lengths of 30 s or 20 s, which affects the feasibility and speed of ASSC for real-time applications. Thus, in this paper, we also present a novel and efficient technique for identifying sleep stages using new statistical features applied to 10 s epochs of single-channel EEG signals that can be implemented in an embedded hardware device. The Physio Net Sleep European Data Format (EDF) Database was used in this study. When the decision tree classifier is used, the proposed methodology achieves an average classification sensitivity, specificity, and accuracy of 89.06%, 98.61%, and 93.13%, respectively. Finally, our new method is compared to those in recently published studies, confirming the high level of reliability.

EVALUATION OF INTEGRAL TRANSFORMS INVOLVING THE PRODUCT OF BESSEL AND WHITTAKER FUNCTIONS AND THEIR APPLICATIONS

Dr. Talha USMAN
Department of General Requirements, University of Technology and Applied Sciences, Sur-411, Sultanate of Oman

ABSTRACT

The main object of this paper is to investigate integral transforms involving the product of two Bessel functions and Whittaker function. These integral transforms are given in terms of the Lauricella function of three variables and four variables. Interesting special cases of our main results are deduced by taking suitable values of the index of the Whittaker function. We also perform some numerical simulations using Laguerre-Gauss Quadrature method and it is found that there is a good agreement between the numerical and theoretical evaluations. These results can be used in the Fresnel diffraction by a helical axicon of many laser fields, such as Laguerre Bessel-Gaussian beams.

Key words: Integral transforms, Kummer function, Humbert function, Lauricella functions, Whittaker function

BRAIN-STATE-IN-A-BOX NETWORK OF ANN

Vaibhav Kant SINGH
Assistant Professor, Department of CSE, School of Studies of Engineering & Technology, Guru Ghasidas Vishwavidyalaya, Central University, Bilaspur, Chhattisgarh, India
ORCID ID:0000-0002-6776-9573

ABSTRACT

In the Current Time People they are using a Technology that is Called Artificial Intelligence. There are three basic parts in the AI System that which are Representation of Knowledge, Reasoning and Learning. Another very important field of the current Research in the field of Computer Science and Engineering is ANN that is Artificial Neural network. In the Current work we will have a discussion on a very popular ANN Learning Approach Called the BRAIN-STATE-IN-A-BOX (BSB) Approach. We will try to discuss this in detail in the Current Discussion from all Perspectives. Current Work in the Field of ANN is largely done taking BSB as the Base. In the Current work we will Discuss the Mathematical Approach Carried Out During the Learning Procedure. We will discuss the Concepts of Local Gradient etc. also in Our Derivation.

Keywords: -AI, ANN, BSB.

TEACHER EVALUATION AND EFFECTIVENESS IN PEDAGOGY

Ananda MAJUMDAR
University of Alberta - Academia.edu,Canada
The University of Alberta (Bachelor of Education after Degree Elementary, Faculty of Education, Community Service-Learning Certificate and Certificate in International Learning, CIL)
ORCID ID: 0000-0003-3045-0056

ABSTRACT

Teacher quality is linked with students learning. Therefore, it is a responsibility to build a curriculum for improving teacher evaluation regularities and the development, implementation, and continuing effort. The Education Board of the United States has always struggled with accurately defining teachers' quality (Knight, 1922). Traditionally, teachers have been evaluated effectively if they follow the curriculum chosen by the community leader, show their sustained discipline with children, and maintain their reasonable physical premises of the school ground and the classroom. Modern days teachers' quality and evaluation have been recognized based on their educational background and skills; positive classroom learning, high-level achievements; teaching sustainably; maintaining a quality friendliness with students and thus building a positive relationship with students; effective use of student assessment, successful delivery of instructional planning; deliver an instructional technique; teach culturally and linguistically diverse; teaching in an inclusive environment; collaboration with colleagues and family and participation of high professional learning. The teachers' evaluation process has been conducted to improve teachers' effectiveness with students in the classroom through their teaching and learning skills. Sometimes it has evaluated for the Teacher's innovation only. Prominent educational researcher John Hattie is well-known for his meta-analysis of students learning and its consequences. He has ranked those consequences as 'effect size' (Knight, 1922). He has discovered teachers' effectiveness has the highest consequences. He also found areas like teachers' quality, teachers' credibility, and teachers' clarity as consequences subjects. Teachers' evaluations have also been conducted based on equity issues, and it has always been linked with educational equity. It has been observed that educational equity has been focused on students' demographics which have been recognized through race and ethnicity, socio-economic status, disability etc. Teachers' professional development has been prioritized over teachers' understanding and realization of all equity-based scenarios like institutional discrimination due to racism etc. This is how the evaluation observes the Teacher's quality in a hyper environment. The article discusses the quality of teachers' learning and development in the classroom. The outcome has clarified teachers' grades and classroom environment and their connection. The methodology has been conducted through documentary analysis. The feature

question of the article is, what are those principles of teacher training that make teachers and teaching qualities sustainable in the classroom?

Keywords: Teachers Training, Curriculum Development, Teaching and Learning, Accountability, Improvement, Classroom Involvement, Observation, Mentorship, Unbiased, Evaluator, Teacher Leader, Students Learning and Development, Knowledge, Classroom Maintenance, Challenging Environment, Friendliness, Curriculum Understanding and Flexibility, Ineffective Evaluation, From Earlier to Modern Days Teachers Evaluation, Cognitive Teaching, Social Effectiveness, Centred Individualized Education, Teachers Inspection to Assessment Criteria, Students Achievements, Teachers Certificate, Summative & Formative Measurements, Quality & Quantity, Reliable, Valid, Danielson Framework, U.S. Public School Teachers Assessment, Bill Gates Foundation. Performance Theory, Sustainable Education, Mindfulness, Monitoring on Subjects.

ON RELIGIOUS TERMS IN THE ARTIFICIAL LANGUAGE BABM

Alan Reed LIBERT
Senior Lecturer, University of Newcastle, Callaghan, Australia
ORCID ID: 0000-0003-1446-4183

ABSTRACT

Babm is an artificial international auxiliary language designed by Fuishiki Okamoto. It is an *a priori* language, meaning that, unlike Esperanto (the best known artificial auxilary language), it is not based on any natural language(s), and, at least on the surface, seems quite alien compared to natural language. One reason for this impression of being alien is the fact that, like some other a priori languages, its vocabulary was created in a way that words which are close in meaning resemble each other in form. This paper will look at words in one semantic field in Babm, nouns with meanings involving religion: how they were constructed, and similarities of form and meaning. These words contain the letters <p> and <w>, <x>, <y>, or <z>; for example, the word for 'the founder of a religion' is *pzoc*. (In Babm, letters stand for syllables, not individual sounds, as they do in English and Turkish.) Nouns containing <p> and <w> seem to have to do with Christianity, e.g. *piwb* 'a pope', while those containing <p> and <x> involve Buddhism, e.g. *pxib* 'Nirvana'. This sort of regularity seems to break down after this; at least a small number of words containing <p> and <y> have to do with Islam or Judaism, e.g. *pyij* 'Torah', but it is not clear that all of them do. Similarly, some, but possibly not all, nouns containing <p> and <z> involve Confucianism or Shintoism; for example, *pzih* 'a funeral' could be used in the context of most or all religions. Overall, by looking at this group of words we can get an idea of the nature of vocabulary construction in this quite unusual language.

Keywords: Artificial Languages, Auxiliary Languages, Religious Terms, Babm

INTRODUCTION

Over the past few centuries a large number of languages have been created to assist with communication among people who speak different languages; such languages are known as artificial auxiliary languages (as opposed to natural languages such as Turkish and English). The most famous such language is Esperanto; although it is an artificial language, it uses items from natural languages, as do the other better known artificial auxiliary languages. However, some such languages have been attempts to build a language without borrowing from any natural language(s); languages of this type have been called *a priori* artificial languages. (For discussion of various *a priori* languages see Libert (2000) and Stria (2016).) These languages seem quite strange, as, at least superficially, they have little or no resemblance to natural

languages. Some *a priori* languages have an elaborate system of vocabulary according to which words with related meanings share one or more sounds. The language which is the focus of this paper, Babm, has such a vocabulary system, and I will be looking at words of this language in one semantic field, that of religion, which will give an idea of the nature of its vocabulary.

RELIGIOUS TERMS IN BABM

In Figures 1 and 2 we see the group of nouns in Babm which have meanings connected with religion (from Okamoto 1962:104-5). It will be seen that almost all of them contain the letter <p>, and there are subgroups which share another letter. The words in parentheses after those in bold are "contractions" (Okamoto 1962:21) of those words and/or "corresponding verbs or complements" (Okamoto 1962:21). ("Complements" (Okamoto 1962:3) include adjectives and adverbs.) For example, *ext* is the contraction of *pext* 'a believer', *siaj* 'to pray silently' is the verb corresponding to *pizj* 'a silent prayer', and *csoj* 'sacred' is the complement corresponding to *pwoj* 'sacredness'.

Note that, although Babm uses the Roman alphabet, it uses it as a syllabary, not an alphabet, i.e. each letter stands for a syllable. Thus its words are not as difficult to pronounce as they might appear; for example, the name of the language, *Babm*, is pronounced [bɔɑːbɔmu].

Religions: nouns related to (pw, px, py, pz)

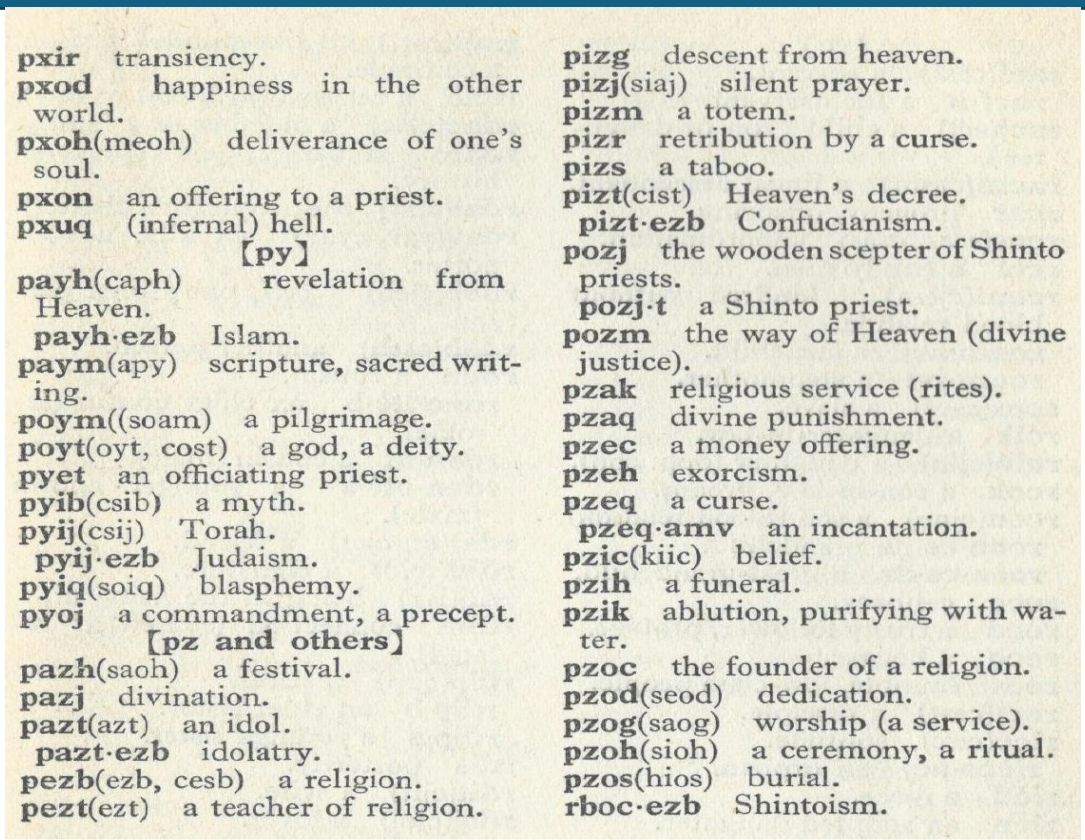
[pw]

pawk baptism.
pawt an angel.
pewt an apostle.
piwb a pope.
piwk(cigk) piety.
powf an amulet.
powg(sog) praise.
powj(cosj) a dogma.
powm the kingdom of Heaven.
powq(copq) a miracle.
pwan Mass.
pwap paradise.
pwaq(saq) a sin (religious).
pway(lay, cy) supplication, praying.
pwid a cross.
pwik(kiik) penitence.
pwim(csim) a church.
pwin(soin) a blessing.
pwis Santa Claus.
pwoc the creation.
pwod grace, mercy.
pwog(teog) propagandism.
pwoh(pioh) revelation.
pwoj(csoj) sacredness.
pwok salvation of the world.
pwon(cson) the gospel.
pwon·ezb Christianity.
pwon·t a pastor.
pwop(sop) a prayer.
pwot the Creator.

[px]

paxf a wooden tablet set up by a grave.
paxh(maih) a sermon.
paxm(maam) transmigration.
paxr obsession.
pext(ext) a believer.
pixh a Buddhist mortuary tablet.
poxm Elysium.
pxam a rosary.
pxan a memorial service for the dead.
pxas entering the priesthood.
pxat(csat) Buddha.
pxat·apy the Buddhist scriptures.
pxat·azt an image of Buddha.
pxat·ezb Buddhism.
pxav(cmav) life after death.
pxed umbilicular contemplation.
pxib Nirvana.
pxim(miim) karma.
pxin a mass for the dead.
pxin·t a bonze.

Figure 1. The first part of the group of Babm nouns having to do with religion (Okamoto 1962:104)



pxir transiency.
pxod happiness in the other world.
pxoh(meoh) deliverance of one's soul.
pxon an offering to a priest.
pxuq (infernal) hell.

[py]

payh(caph) revelation from Heaven.
payh·ezb Islam.
paym(apy) scripture, sacred writing.
poym((soam) a pilgrimage.
poyt(oyt, cost) a god, a deity.
pyet an officiating priest.
pyib(csib) a myth.
pyij(csij) Torah.
pyij·ezb Judaism.
pyiq(soiq) blasphemy.
pyoj a commandment, a precept.

[pz and others]

pazh(saoh) a festival.
pazj divination.
pazt(azt) an idol.
pazt·ezb idolatry.
pezb(ezb, cesb) a religion.
pezt(ezt) a teacher of religion.
pizg descent from heaven.
pizj(siaj) silent prayer.
pizm a totem.
pizr retribution by a curse.
pizs a taboo.
pizt(cist) Heaven's decree.
pizt·ezb Confucianism.
pozj the wooden scepter of Shinto priests.
pozj·t a Shinto priest.
pozm the way of Heaven (divine justice).
pzak religious service (rites).
pzaq divine punishment.
pzec a money offering.
pzeh exorcism.
pzeq a curse.
pzeq·amv an incantation.
pzic(kiic) belief.
pzih a funeral.
pzik ablution, purifying with water.
pzoc the founder of a religion.
pzod(seod) dedication.
pzog(saog) worship (a service).
pzoh(sioh) a ceremony, a ritual.
pzos(hios) burial.
rboc·ezb Shintoism.

Figure 2. The second part of the group of Babm nouns having to do with religion (Okamoto 1962:105)

Most words here containing <p> and <w> seem to have to do with Christianity, although many of them name things shared with other religions, e.g. *piwk* 'piety' and *pwop* 'a prayer'. The word for 'Christianity' itself, *pwon·ezb*, consists of a word from this group, *pwon* 'the gospel' and *ezb*, which is the contraction of the word for 'religion', *pezb*. The word for 'a pastor', *pwon·t*, also contains the word for 'the gospel', followed by what appears to be the "special suffix" meaning 'for a person', *t*.

The letters <p> and <x> are apparently meant for words involving Buddhism, e.g. *pxat* 'Buddha' and *pxib* 'Nirvana'. However, many, if not most, of the words in this subgroup could apply to other religions as well, e.g. *paxh* 'a sermon' and *pext* 'a believer'. We again see the suffix *t*, in *pxin·t* ' a bonze', which also contains the word *pxin* 'a mass for the dead'. The word for 'Buddhism', *paxt·ezb*, consists of *paxt* and *ezb*, the latter of which we have already seen in the word for 'Christianity'.

Words containing <p> and <y> in this group apparently have to do with Islam or Judaism, although again some, in fact most, could be used in discussions of other religions, e.g. *paym* 'scripture, sacred writing', *poym* 'a pilgrimage', and particularly *poyt* 'a god a deity'. Note also the inclusion of *pyib* 'myth' in this subgroup. The first component of the word for 'Islam', *payh·ezb*, is *payh* 'revelation from heaven', while the first part of the word for Judaism, *pyij·ezb*,

is *pyij* ‘Torah’. Oddly enough, no Babm word is given in Okamoto (1962) for ‘Bible’, or for ‘Qur’an’, nor for religious holidays such as ‘Christmas’ (while there are words for ‘glycogen’, ‘a piston’, and ‘a partridge’, as well as for ‘Santa Claus’).

The last subgroup has words which contain <p> and <z> (with one exception); at least some of them have to do with Confucianism or Shintoism, but once again there are some which could apply to other religions, including the already mentioned *pezb* ‘religion’. The word for Confucianism, *pizt·ezb*, consists of the contraction of this word preceded by *pizt* ‘Heaven’s decree’, while the word for Shintoism, *rboc·ezb*, contains a word not of this group, *rboc* ‘ancestor’. We also see *ezb* in *pazt·ezb* ‘idolatry’. The word for ‘an incantation’, *pzeq·amv*, also belongs to this subgroup; it consists of *pzeq* ‘a curse’ and the contraction of *bbam* ‘a sentence’. There are also a few nouns having to do with religion which are not part of this group, e.g. *hyig* ‘a temple bell’, a member of the group of nouns involving “Artistic and Amusement Implements and Equipment” (Okamoto 1962:75), many of which are words for musical instruments, e.g. *hyip* ‘a violin’ and *hyod* ‘a mandolin’. In this case, Okamoto might have felt that the semantic link to this group was stronger than that to the group of words for religious items and concepts. Similarly, there are the words *hazj* ‘a gate of a Shinto shrine’, *hzab* ‘a Shinto shrine’, *hzeb* ‘a two-storied gate (of a temple)’, *hizm* ‘a palatial temple’, and *hzit* ‘a Buddhist temple’, all part of the group of nouns for “Antiquities and Historical Buildings” (Okamoto 1962:75). However, one word for a building, *pwim* ‘a church’, is in the group of religious nouns. The noun *nbog* ‘worship’ is also not a member of this group; rather, it is in the group of words involving “Ordinary Consciousness and Actions with Others” (Okamoto 1962:94), which also includes *nbam* ‘kindness’, *nban* ‘tameness’, and *nbob* ‘praise’. The noun *pbit* ‘spiritualisticness, spirituality’ belongs to the group of nouns having to do with “Culture, Ethics and History” (Okamoto 1962:99); among other words in this group are *pbab* ‘ethics’, *pbap* ‘scientific theory and technique’, and *pbin* ‘badness’. There are also the words *bocq* ‘a demon’ and *pjaq·acq* ‘a devil’ (consisting of *pjaq* ‘bad’ and the contraction of *bacq* ‘a specter’), which are listed among the nouns for “Humankind, Living Things in Gen[e]ral and Imaginary Life” (Okamoto 1962:47).

CONCLUSION

We have seen that Babm words whose meaning involves religion were created in a semi-systematic, but not completely systematic way. One might also note the absence of words having to do with Hinduism, the one major world religion not represented in the language. It would be interesting to compare the Babm group of words examined here with groups of words in the same semantic field in other *a priori* artificial languages whose vocabulary has been constructed in the same general way, such as Ro (see e.g. Foster (1913:84) and Foster (1921:21) for religious terms in this language).

REFERENCES

Foster, E. P. (1913) *Ru Ro: Outline of Universal Language*. World-Speech Press, Marietta, OH.
Foster, E. (1921) *Roap: English Key to Ro The World Language*. The Ro Language Society, Waverly, WV.
Libert, A. (2000) *A Priori Artificial Languages*. Lincom, Munich.
Okamoto, F. (1962) *Universal Auxiliary Language Babm*. Self-published, Tokyo.
Stria, I. (2016) *Inventing Languages, Inventing Worlds*. Wydział Neofilologii UAM w Poznaniu, Poznan.

CORRELATES OF EATING PROBLEMS IN UNIVERSITY STUDENTS

Muakkaram HAMID
Ayesh WAHEED
Qurat-ul-ain HASHM
Amarah QURESHI
University of Management & Technology, Lahore Pakistan

ABSTRACT

The present study aimed to find the sociocultural influences (family and Peer), Body image dissatisfaction (BE-Appearance, BE-Weight, BE-Attribution) as correlates of eating problems in university students. A cross-sectional study was conducted where a sample of 181 participants (men = 91; women = 89) was selected (M_{age} = 21.87 years, SD = 1.88) from a private university by using convenience sampling. An online self-administered survey was conducted with validated measures including Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire (SATAQ-4) (Schaefer et al., 2015), Body Esteem Scale for Adolescents and Adults (BESAA) (Mendelson et al., 2001) and Eating Attitudes Test (EAT-26) (Garner et al., 1982). Pearson Product Moment correlation, independent samples t-tests, and mediation analysis were conducted to analyze the data. The results indicated that sociocultural influences (family, peers) were positively associated with body image dissatisfaction (BE-Appearance, BE-Weight) and eating problems. Body image dissatisfaction (BE-Appearance, BE-Weight) was positively correlated with eating problems, while it also mediated between sociocultural influences (family, peers) and eating problems. Women showed significantly more eating problems than men. The study has implications for prevention and intervention with reference to media literacy programs, counseling and psycho education.

Keywords: Eating disorders, parental influence, peer pressure, media influence, body image, university student.

EFFECT OF COVID 19 ON PRIMARY SCHOOL LEARNERS IN INDIA

Sayanti DAS
Dr. Monalisa HALDER*
Department of Basic Science & Humanities, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra 712148, West Bengal, India

ABSTRACT

COVID19 is not only affected the socio- economic structure of India, it also despoiled the education structure in India. During lockdown children circumscribed at home totally. The education process was converted into online mode, which creates lots of complication among children. In India, during COVID period, it is found that the drop-out rate from Primary school among 15 states including union territories increased and the drop-out rate in Dadra Nagar Haveli, Daman Deu is very high. On the other hand, it is also found that the drop-out rate of Primary learners of 10 Indian states became zero and 9 Indian states and union territories decreased the drop–out rate. But only Gujarat has same rate of drop-out in pre and post COVID period. Despite all of these shortcomings, the enrolment of primary school in India increases by 12% during COVID period.

Keywords: COVID19, Education, Primary Learners, Schools in India

1.Introduction

Covid 19 severely affected the human life in all over the world. People still need some time to adapt this “new normal”. Covid 19 is not only affect the socio economic structure of the India. it has a devastating impact on education sector. With the outbreak of COVID 19 in March 2020, all educational institution in India was physically shutdown for an indefinite period. Since then education system started functioning through online mode.. During pandemic children confined in home and also they compromised their normal activities such as transacting with friends and fraternities, enjoyment of outdoor games, exploration of nature etc.

According to UNICEF data, children between 5-13 years old , only 62% of urban learners and 57% of rural learners access remote learning tools like Whatsapp, youtube etc. [1]. Among which 58% has used textbook with their online learning process and 55% did not use any textbooks in their learning process. Children with educated parents have to privilege of being guided throughout the pandemic. However, parents with illiterate backgrounds are unable to teach their children and a left with helplessness to spread education for their family.

In India, many students just came to school due to they can get meal. The great midday meal scheme has helped many poor children to get their nutrition. Because of lockdown and closure of school many children has suffered from malnutrition.

During lockdown there is always a delay or cancellation of exams, which creates lots of confusion among students and there is no room for curriculum.

There is rapid fall in income among family below the poverty line during lockdown. As a result number of child labour increases for providing supports their families. According to theprint.in/indiain Rajasthan children has engaged 18 hours per day at the rate of rupees 50 only [2]. The number of children in child labour rose to 5% post COVID from 4% before the pandemic.The psychological impact of covid 19 on children were anxiety, fear anger and sadness due to loss or bereavement(29%) [3]. SimultaneouslyTajane et al reported [4] children also suffers from various physical element like obesity, diabetes and other pre- existing mental health disorder.Tajane et al reported " Physical and Mental Health of Children during COVID-19Lockdown: Parents' perspective ",Children involved in mobile during large time near about 3-6 hours in a day and also the sleeping time of the children increases by 9-10 hours from 7-8 hours [4].

Government has introduced various initiatives for providing online education guidance among learners like Diksha (provide online text books), e-pathsala, swayam etc. To overcome the learning deficit during pandemic among children teacher should provide much more effort and take care of learners and also parents should help child to fell reassumed relaxed and focused on their studies effectively [5].

In India there are many research work was done on the influence in education sector of COVID 19 and also effect of COVID 19 on children mental and physical health [6-9]. But there is no particular research on impact on COVID 19 on primary school learners. In this research we are concerned on that topic.

2.Data collection

This research work is based on secondary quantitative data which was collected from Unified District Information System for Education (UDISE) database on the year of 2019-20and 2020-21 and my govt. in for corona to collect the number of COVID affected in India state wise[10-12].

3.Statistical analysis of the data

For making comparison of post COVID period (2019-2020) and COVID period (2020-2021) we calculated Rank-average and draw diagram. We also draw regression between total number of COVID affected and total dropout and total number of COVID affected and total enrolment.

	2019-2020		2020-2021	
States/UT	Rank of total enrollment	Rank of total dropout	Rank of total enrollment	Rank of total dropout
Andaman and Nicobar Islands	34	12	34	22
Andhra Pradesh	11	30	11	30
Arunachal Pradesh	27	2	27	5
Assam	12	10	12	6
Bihar	3	27.5	2	12
Chandigarh	28	27	31	30
Chhattisgarh	13	21	15	16.5
Dadra and Nagar Haveli and Daman and Diu	32	9	32	29
Delhi	19	31	19	30
Goa	29	16	29	23
Gujarat	8	21	7	16.5
Haryana	16	12	16	30
Himachal Pradesh	21	12	22	18
Jammu and Kashmir	18	5	20	8
Jharkhand	10	9	10	4
Karnataka	8	17	8	14
Kerala	14	24.5	17	30
Ladakh	28	7	35	30
Lakshadweep	28	24	36	30
Madhya Pradesh	6	13	6	19.5
Maharashtra	3	16.5	3	30
Manipur	18	1	24	1
Meghalaya	16	3	23	3
Mizoram	19	2	28	2
Nagaland	17	4	26	7
Odisha	8	17	13	19.5
Puducherry	17	16.5	30	30
Punjab	10	15.5	18	30
Rajasthan	4	10.5	5	9
Sikkim	17	8	33	30
Tamil Nadu	5	10	9	15
Telangana	7	12	14	30
Tripura	10	3	25	13
Uttar Pradesh	2	3	1	10
Uttarakhand	9	3	21	11
West Bengal	4	8.5	4	21

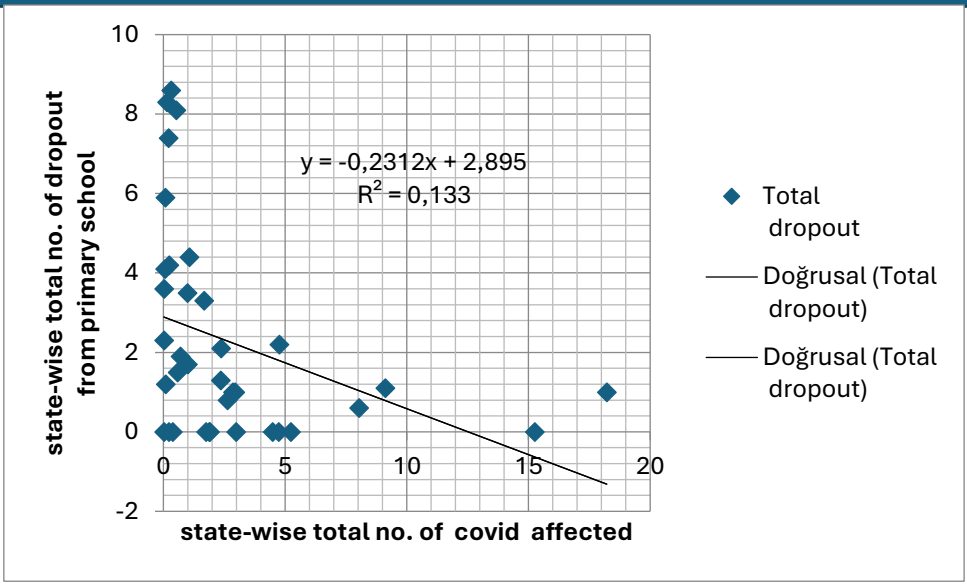


Fig.1: relation between total numbers of COVID affected and total number of drop-out from Primary school in India(state-wise)

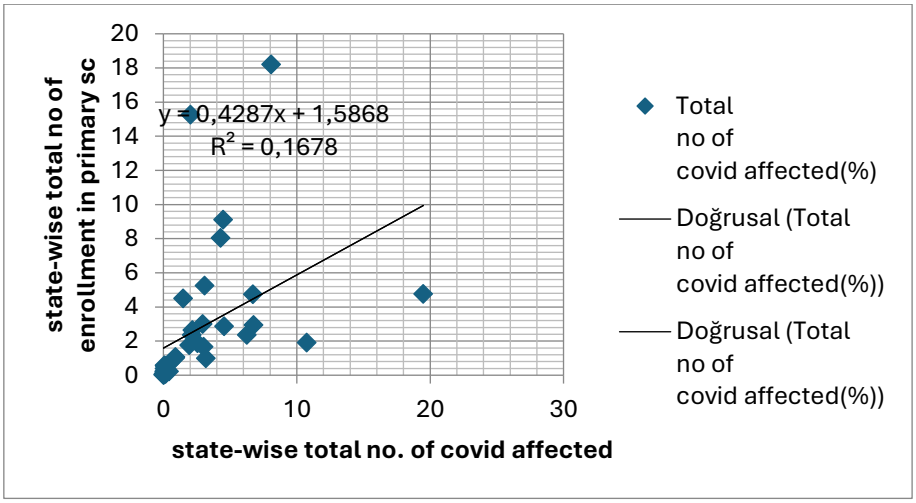


Fig.2: Relation between total numbers of COVID affected and total number of Enrolments in Primary school in India(state-wise)

4.Findings

From our empirical study, it is found that on the following states and Union territory number of drop-out from the primary school increases during COVID -19 periods.

State/UT	Percentage increase in drop-out during covid period
Andaman Nicobar Island	1.8%
Arunachal Pradesh	2.1%
Dadra Nagarhaveli and Daman Deu	3.6%
Goa	1.2%
Ladakh	4.1%
Haryana	2.1%
Himachal Pradesh	1%
Jammu & Kashmir	0.5%
Madhya Pradesh	0.5%
Maharastra	1%
Meghalaya	0.4%
Mizoram	0.3%
Nagaland	1.7%
Sikkim	1.2%
Tripura	2.2%

Andhra Pradesh, Bihar, Chandigarh, Delhi, Lakshdweep, Odisha, Puducherry, Punjab, Telengana, West Bengal recorded the drop-out rate from Primary school zero.

Number of dropout from primary school during Covid-19 Assam,(!%),Chhattisgarh,(0.2%), Jharkhand(2.8%), Karnataka(0.1%), Manipur(0.2%), Rajasthan(1.9%), Tamilnadu(0.5%), Uttar pradesh(0.5%), Uttrakhand(0.8%) decreases and Gujrat has same number of drop-out during COVID and post COVID period.

During Covid period Andhra Pradesh, Arunachal Pradesh, Assam, Chattisgarh, ladakh, Lakshadweep, Uttar- Pradesh, West Bengal ,Meghalaya , Rajasthan, has decreased the total number of enrolment in primary school but remaining states and union territories in India has increased the total number of enrolment in primary school.

5.Conclusion

In the primary level of education In India, Children usually go through the basic elementary education and also they develop their behavioural sense in school. Because of the school closing during Pandemic, a huge learning deficit has occurred among children particularly belonging from economically poor parents. These suffered students face losses in income for long-term. Not only in India had this pandemic effect more or less similar for all COVID affected countries. Woessmann et al. reported on “The Economic Impacts of Learning Losses” that in Germany showed that the school related activity during COVID was often half and it remains declined

from 7.4 to 3.6 hours [13]. In India, total drop outs from primary school increases by 12% during COVID period but total number of enrolment in primary school also increases during COVID period which is a good and positive sign.

The online mode education during pandemic was very challenging for very young child learners and also it is difficult for young children to do their study attentively with mobile/computer screen. For online mode of study for children, has needed continuous supervision for guardian, but it been more challenging for illiterate parents.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank the Principal-in-charge of Abacus Institute of Engineering and Management for allowing to do this work.

REFERENCES

[1] UNICEF: Rapid assessment of learning during school closures in the context of Covid-19,2021, New Delhi,India.
[2] The Print , TANUSHREE PANDEY and MANISHA MONDAL,13 September, 2021 04:34 pm IS
[3] COVID-19 left children in India anxious, facing more violence, with rise in child labour – study, NEW DELHI, 5 July 2022
[4] I. Tajane, A. Golwale, D. Nangia, I. Chavan 10.24083(sep 29,2021)
[5]P. Kumar Jena,10.24941(2020)
[6] Jandhyala B. G. Tilak,10.1177(2021)
[7] Sangita Borah, Nandita Chitrakar, Vol. 6 No. 2 (2022)
[8] Mr. Ninad J. Dani, 10.17577/IJERTV10IS090246(2021)
[9]P. Kumar Jena, http://www.alleducationjournal.com/archives/2020/vol5/issue3/5-3-27(2020)
[10] Unified District Information System for Education (UDISE),2019-2020
[11] Unified District Information System for Education (UDISE),2020-2021
[12]COVID 19 state- wise status by government of India,11 Oct 2022, 08:00 IST (GMT+5:30)
[13] The Economic Impact of Learning Losses, Eric A. Hanushek Ludger Woessmann, OECD,Sep,2020

ENGLISH VERSUS INDIGENOUS NIGERIAN LANGUAGES: TRENDS IN LANGUAGE ACQUISITION AMONG STUDENTS OF UNIVERSITY OF PORT HARCOURT, NIGERIA

Joseph Onyema AHAOTU, PhD
Department of English Studies University of Port Harcourt Port Harcourt, Nigeria.

ABSTRACT

The study investigated the trend of language acquisition among undergraduates of University of Port, Port Harcourt, Nigeria using Krashen's Acquisition-Learning Hypothesis as framework of the study. The respondents' language acquisition goals in the short, medium, and long terms formed the indices of trending. Research data obtained with a questionnaire from sampled students of University of Port Harcourt were analyzed with tables, simple percentages, and significant ratios. Indigenous Nigerian languages were found to be relegated while acquisition of non-indigenous Nigerian languages are preferred in respondents' choices based on the three indices of short term, medium term, and long term language acquisition goals. The study concluded that the dominant trend of language acquisition among the respondents is a preference of non-indigenous Nigerian languages especially English and that English language is used more than native Nigerian languages by the respondents. The paper recommended strategies through which this trend could be reversed to save native Nigerian languages from further endangerment and death.

Keywords: language policy, language acquisition, indigenous Nigerian languages, language endangerment, language and development

EQUALITY IN EDUCATIONAL OPPORTUNITY IN NIGERIA

Iheanyi, AMARACHI
Department of Educational Management, College of Education
Michael Okpara University of Agriculture, Umudike-Abia State, Nigeria

ABSTRACT

Education is said to be a veritable instrument meeting and satisfy the aspirations of all citizens through the achievement of its objectives. Pathetically, there are various barriers to equality in educational opportunity in Nigeria. These barriers include: Economic constraint, insincerity, consistent strike, lack of good accessible rural roads, humanitarian emergencies/armed conflict among others. The study followed a descriptive survey design to proffer solutions to the observed barriers. The findings of this study show that corruption is a major factor breeding the aforementioned barriers. Again people in the rural areas, indigent persons, people living with disabilities and girl child are the most disadvantaged groups educationally. Consequently, the study recommends synergy and active role of government, education stakeholders and community development, review and implementation of policies to strengthen educational equality and for inclusion purposes. The government should sincerely employ means of resolving reoccurring challenges bedeviling equality of education in Nigeria with sustained monitoring and evaluation strategies. These would galvanize the Nigerian education sector in order to maximally achieve its specific objectives.

Keywords: Equality, Education, Educational opportunity, Barriers, facilities, strategies.

Introduction

Education is considered as a veritable tool for transformation of individual into useful citizen through the achievement of its objectives. The term 'Equality' has been described in different forms. According to Ekechukwu (2018), Equality means providing a free education up to a given level which constituted the principal entry point to labour force. Those involved in equality in educational opportunity are described as Policy makers. Equality in educational opportunity in Nigeria is founded on the section 18(3) of constitution which states that "Government shall strive eradicate illiteracy, and to this end Government shall as well and when practicable provide –free compulsory and universal education; i. free secondary education; ii. Free university education; iii. Free adult literacy programme (FRN, 1999). The above specifications of intent are based on the fundamental obligations of government in modern society. The united Nations declaration of human rights sees education as basic right of every individual and so each country, where capitalist or socialist, have laws that will help them fulfill

it educational obligations to the citizens. According to Adiewere, and modebelu, (2016), in this respect, the federal republic of Nigeria(2004) legislates that "there is need for equality of educational opportunities to all Nigeria children, irrespective of any real or imagined disabilities each according to his or her ability.

Ulinfun in Ekechukwu (2018), maintained that the development of educated people is the most important capital formation and their number, ability and utilization are the meaningful index of the wealth- producing capacity of the society. Nigeria, being the largest nation in the sub-saharan Africa has reasonably attracted the attention of the international community, becoming the forefront in efforts to fight illiteracy among Child-girl. According to UNICEF in Ekechukwu (2018), the global figure of out-of school children being girls. Over 80 percent of these girls live in sub-saharan Africa with one out of four living in Nigeria. In Nigeria, girls' access to basic education especially in the northern states has remained low. Only 20 percent of women in the North-west and North-eastern parts of the country are literate and have attended school. According to reports there is a net enrolment ratio (NER) of 80.6 percent suggesting that a substantial proportion (19%) of primary school age population (6-11 years) is not enrolled in primary schools nationwide. This represents about 5 million Nigeria children aged 6-11 years old that do not have access to primary education.

However, according to research on gender equality in Nigeria it was reported at 0.33333% in 2022(World Bank collection of development indicators, 2022). The indicator is defined as the ratio of the gross enrollment rate of girls to boys in primary and secondary education levels in both public and private schools. Women have an enormous impact on the well being of their families and societies, but their potential is sometimes not realized because of discriminatory social norms, incentives and legal institutions. Report released by the world economic forum (WEF), in 2018, Nigeria ranked 133 among 149 countries surveyed for gender population and in 2022 report; Nigeria rose to 128 out of 153. This means that Nigeria has to consciously work hard to achieve the sustainable development goals (SDGs) as it could not achieve such within the millennium development goals (MDGs) frame work that elapsed in 2015. In achieving greater access to education for all citizens, it is crucial that we first understand the factors that contribute in the present situation such includes: Economic constraints, Insincerity, Consistent strike, lack of good rural road, humanitarian emergencies/armed conflict. All these have bridged the implementation of National policy, making it a policy document and not practically effective in Nigeria.

The most devastating factor is Insincerity, this has lead to the issue of consistent strike, whereby funds allocated to educational sector is being misused, in the same vane this has affected

Economic status of most parents who could in one way or the other support their children academically. Alongside these factors, Nigeria has been experiencing draw back in equalization of educational opportunity. Fifty two years after independence is durable enough for a country to sit back and access its developmental strides, it is based on the foregoing that this paper is positioned to examine the barriers to Equality in Educational Opportunity in Nigeria by extensively recommending ways forward from 2023 and beyond.

Concept of Equality

The word equality is coined from Latin aequālitās from aequālis equal equal and From Old French equalité (French égalité),. Equality comes from the word equal. Equal is defined as "having one measure; the same in magnitude; quantity, degree, worth, evenly balanced, level or uniform in operation. The Declaration of Rights of Man (1789) states “men are born, and always continue, free and equal in respect of their rights”. The American Declaration of Independence (1776) also asserts “we hold these truths to be self evident, that all men are created equal…”. Despite these great pronouncements, what seems obvious is inequality of men as against their equality. Reasons adduced is that men are unequal in height, intellectual abilities, size, physical strength and even moral capacity. Two individuals born at the same time and day may not be said to be equal as one can be congenitally defective while the other is not. It is established that the social and physical environment of two individuals born on a particular day and time, enhances or reduces their equality or inequality at birth. This goes to show that the statement that all men are born equal is spurious.

The concept of equality can only be discussed in a mathematical or scientific sense, where 7 + 1 = 8 simply means that the numbers on the left hand side of the equation are equal to the number on the right hand side. Using a weighing balance we can also adduce that the weights on the two scales of the balance are exactly equal when an equilibrium is reached. We also discuss the equality of men under law, where all citizens of a country are treated alike under law. Even so, we notice that wealthy men and women in every society have better chances of hiring the best lawyers in order to get better justice. Economic equality also attempts to expunge all differences in wealth, allotting to everyman and woman an equal share in worldly goods (Musa, 2014). But Ekechukwu (2018) counters Musa's view by stating that “men’s different degrees of art, care, and industry will immediately break that equality. Or if you check these virtues, you reduce society to the most extreme indulgence”.

According to Ekechukwu (2018), economic equality means “the provisions of adequate opportunities for all; the right to work, to adequate wages, to reasonable hours of labour and leisure and to self-government in industry so that everyone may have a fair start in life”. This

agrees with what Baum, Abdul-Hamid, and Wesley (2018) says "that no man shall be so placed in society that he can overreach his neighbor to the extent which constitutes a denial of the latter's citizenship". According to him "equality is not the identity of treatment. Fundamentally, it implies a certain leveling process".

Equality of Education

Equality of education means that educational policy in a state or nation should have one measure, reaching all the territorial integrity of the state, for all the citizens of the state to receive equal educational opportunity. It is the responsibility of the state to see that this policy is made and enforced to the benefit of her citizens' education, without discrimination whatever. According to Baum, Abdul-Hamid, and Wesley (2018), Equality is defined as the condition of being equal, or the same in quality, measure, esteem or value.

When men and women are both viewed as being just as smart and capable as each other, this is an example of equality of the sexes. noun. (uncountable). The fact of being equal. Equality is about ensuring that every individual has an equal opportunity to make the most of their lives and talents. It is also the belief that no one should have poorer life chances because of the way they were born, where they come from, what they believe, or whether they have a disability. Equality in education means equalization of individual differences among the learners. Every individual should get an equal and suitable opportunity to cultivate his talent and receive education according to his needs, abilities and aptitudes.

Principles of Equality in Education

The following are the principles of equality in education according to Ojulari (2011)

●Education should be free, universal and compulsory to some extent.

● No one should be excluded for one reason or the other from opportunities of education and of fund in public education

●Equal social benefits – benefits of access to higher education, finance, influence, position, amenities and other social needs.

● Equal educational benefits–learning outcomes, knowledge, and skills - knowledge and skill achievable in private schools should also be available in public schools.

●Equal educational treatment – procedure and practices should be equal in all educational institutions, be it private or public and at all levels.

● Equal distribution of resources and facilities particularly teaching and learning facilities like; chairs, desks, classrooms, machines tools, workshop, laboratories, equipment libraries, books, etc.

●Equal opportunity to a large number of people for earnings through education job opportunity for a large number of educated people.

The Need for Equal Education in Nigeria

The development of equality of educational opportunity was one of the most hopeful and civilized features of western industrialized societies. Equality of educational opportunity makes the unacceptable acceptable. Musgrove in Musa (2014) marked the persistent differences of power and position in a deeply unequal society. He wrote that education is a very important means of advancement in life.

The importance of education for equality cannot be overemphasized. Education is the foundation for individual and national development without which the state cannot exist. The state operators must be educated for them to govern the state. Ekechukwu (2018) had it that education helps to prepare men and women who direct and carry out the varied activities that sustain the society. Education provides the man power for the political, economic and social institutions upon which the state revolve.

The 1999 Constitutional Provisions for Equal Education in Nigeria

The 1999 constitution of the Federal Republic of Nigeria in its fundamental objectives and directive principles, which is the chapter 2 of the constitution provides in section 18 (1) as follows.

"Government shall direct its policy towards ensuring that there are equal and adequate educational opportunities at all levels". This implies that the state has the responsibility to get her citizens educated.

Section 18 (3) provides that the "Government shall strive to eradicate illiteracy, and to this end provide,

(a) Free, compulsory and universal primary education,

(b) Free university education and

(c) Free adult literacy programme. Based on S. '18' sub sections (1), (2) and (3) above, the state is mandated to provide for her citizens equal educational opportunity which is void of any impairment such as sex discrimination, place of origin, religion or physical disability.

Education and Educational Opportunity in Nigeria

Concept of Education

Education will be viewed in its wildest sense as a lifelong, cradle to grave process of enculturation, a life-long process of developing the individual capabilities through acquisition of knowledge, skills, attitudes and values both for their own benefit and benefit of the society. From the point of view of the writers, for example the educator or the education agency, this

very broad concept of education can be said to embrace learning resulting from both the formalized and systematic efforts to inculcate behavior patterns from the educationally informal circumstance. In other words, education embraces both formal and informal education (Nwogu, 2015). Formalized and systematic educational efforts will be taken to include both in school education efforts channeled to all levels of educational institutions from primary to tertiary and systematic efforts channeled to out-of-school or adult education programmes; literacy programmes, agricultural extension programmes, public health programmes, science and technology programmes and the like.

Educational Opportunity

Opportunity has been defined as "a favourable or advantageous combination of circumstances". In that light educational opportunity can be seen a combination of educational circumstances whereby the individual is enabled to engage in a process of developing his or her capabilities through acquisition of skills, attitude, and value both for his/her own benefit and for the benefit of his society (Ekechukwu, 2018).

Educational opportunities are those opportunities that aim to enable individuals to acquire knowledge and certain skills, and to cultivate certain capacities. As noted above, we may value educational opportunity in some instances for the intrinsic value of acquiring knowledge, while in other cases we may care more about its instrumental effects on individual welfare (e.g., labor market success). Whatever our rationale for caring about educational opportunity, in order for an individual to be said to have this opportunity, she must have no insurmountable, irrelevant obstacles to the particular educational goal we have in mind. Most commonly we associate the goals that constitute educational opportunities with access to educational institutions such as schools and universities, but apprenticeships and professional development and training also provide educational opportunities. In addition, there are many informal types of educational opportunities. These include public debates and lectures as well as time spent reading, practicing, or thinking outside of a school context.

Barriers/Hindrances To Educational Opportunity

Wikipedia Dictionary defines barrier as a circumstance or obstacle that keeps people or things apart or prevents communication or progress. It further describes it as a physical structure which blocks or impedes something. Access to education according to Okeke (2009) means free and unlimited, unhindered and unfettered opportunities at each level of education to obtain knowledge, skills, and abilities available at that level needed to optimally participate and contribute to development in the society. He goes on to state that this definition of access to education covers the threshold of access or enrolling, attending and completing and possibly

transiting to the appropriate level of education. Cook-Harvey, Darling-Hammond, Lam, Mercer, and Roc (2016), opined that lack of access to education or "barrier to educational access" means any of the following: failing to enroll in an educational institution; lack of opportunities to attend school regularly, inability to complete the prescribed programme of study (leading to school dropouts), inability to attain a set goal, and inability to transit to the next level of education.

In the context of this study, barriers to educational opportunity means the extent to which people have circumstances or obstacles that keep them away from unhindered opportunities to access equal educational opportunity. It should be noted that many nations of the world have accepted the need to embrace education as a tool for access to the limited opportunities at any level of their social strata. Unfortunately this vision has been limited by many factors – which vary from one country to another. In Nigeria, these factors include: individual differences amongst pupils, selection methods, the quota system of admission, unaffordable costs, gender discrimination, armed conflicts, limited admission spaces and so on (Enyioko, 2021). Having highlighted some of the factors that hinder access to equal educational opportunity generally, it might be necessary to discuss elaborately the barriers to educational opportunity in Nigeria.

Equality in Educational Opportunity

The concept of equality of educational opportunities is a special concept which means several things which include (Enyioko, 2021):

➢Providing a free education up to a given level which constituted the principal entry point to the labour force.

➢Providing a common curriculum for all children, regardless of background.

➢Providing that children from diverse backgrounds attend the same school.

➢Providing equality within a given locality, since local taxes provided the source of support for schools.

Enyioko (2021) argues that the idea of equality means that all persons are born equal and are treated equally irrespective of their social status. The author however adds that nature itself initiates inequality and therefore, not every inequality is unjust. Enyioko further states that educational inequality arising from differences in choice, ability and virtues are just, while educational inequality promoted by sex, social class, race, state of origin, disability and religion are unjust. Equality of educational opportunity includes provision of education for all, irrespective of religion, caste, creed, sex and location. It doesn't mean the identity of educational opportunity but a means best suited to the intelligence and aptitude of every

student. Equal educational opportunity moans that the school's obligation is to provide an opportunity by being available within easy geographical access of the child, free of cost (beyond the value of the child's time) and with a curriculum that would not exclude him from higher education. The Universal Declaration of Human Rights released by the United Nations (UN) in 1948 mentioned that “Everyone has the right to education. Education shall be free, at least in the elementary and fundamental stages. Elementary education shall be compulsory.” This is for the first time in international law, the term “the rule of law” was used in the preamble of the Declaration. Each government should open vocational or technical schools for different students, in order to receive higher education the school should focus on the capability of what learners have and they should be treated equally.

On the one hand, the “No Child Left Behind Act” was released in the U.S. in 2002 which promoted the equality of educational opportunity and led the concept to the peak. The Act has had advocates, with some education leaders expressing support for the law’s stringent accountability mandates, characterizing them as vital levers of change, inclusiveness, and transparency of results (Nwogu, 2015). The laws’ ultimate effectiveness, some observers have argued, may depend on how closely states and schools stick to its principles of "tough accountability". This act proposed standards-based education reform based on the prerequisite that setting high standards and establishing measurable goals could improve individual outcomes in education. The Act required states to develop their state-owned assessments in basic skills. For federal school funding, states need to give these assessments to all students at select grade levels. The No Child Left Behind Act was the source of considerable controversy and debate in the profession of education. Education assists each one to develop his or her gifts, talents and potentials. Equality of educational opportunity is the concept based on fairness, justice and social justice. The following part cited The Coleman Report and integrated with the historical insights by introducing the time frame from pre-industrial stage to modern society in the West and the East.

Equality of educational opportunity implied that any two children of the same abilities shall receive equivalent forms of assistance in developing those abilities, whatever their parental circumstances are. Equality of educational opportunity exists when a child's educational opportunity does not depend upon either his parent's economic circumstances or his location within the state. Aluede (2012) held that equality of educational opportunities could also be seen as the provision of education needed by every Nigerian citizen with respect to his abilities and potentials to enable him live a productive life in the society that is devoid of discrimination on the basis of ethnicity, religion, sex and socio-economic background. educational opportunity

can be seen as a combination of educational circumstances whereby the individual is enabled to engage in a process of developing his/her capabilities through acquisition of skills, attitudes and values both for his/her own benefit and for the benefit of his society (Cook-Harvey, 2016). In a nutshell, equality of educational opportunity is all about educational distribution and how education ought to be made available to individuals in any society. This means that every Nigerian citizen should be able to fit into the educational system including the precarious and the handicapped.

Barriers to Equality in Educational Opportunity in Nigeria

Despite a number of measures, various governments, at all levels have made to offset educational imbalance in Nigeria, it has been observed that inequalities still exist (Aluede, O., Idogho, P. and Inonike, J. 2012). Various reasons have been adduced for these lapses. These include:

Economic Constraint: Economic constraint, according to Enyioko (2021), is yet another important factor militating against equality of educational opportunities. The effect of this factor is two fold while education is commercialized, poor parents and poor students are finding it increasingly difficult to cope with the demands for the education system. Commercialization of education is manifested in different aspects such as: education levies, various forms of school fees, establishment of schools for purpose of making money, e.g. the present proliferation of nursery schools by different names, expensive textbooks, exploitation of students in higher institutions through handouts, compulsory sale of 'yahoo-yahoo' publications, special fees for examinations, statements of results and certificates, etc. This development points to the fact that education is a commodity which can be bought with money in the market. The social ills of commercialization of education are obvious viz: low standards, frustration of students, increased dropout rates students' protests among others (Enyioko, 2021) Poverty is one of the greatest threats to high quality education in any given country. The National Policy on Education (1981) stipulates a hundred percent transition rate from primary to secondary schools, but the country is yet to achieve this. Even where primary education is technically free in most states of the federation, additional charges for uniforms, textbooks and transport fares to schools create financial barriers for many parents. These parents consistently claim that these indirect costs are hindrances for sending their children to school. In addition, many citizens argue that primary education certificates can hardly fetch a paid employment. They should rather be made to understand that it is a first step up the educational ladder. In Rivers State, First School Leaving Certificates are listed among certificates to be sighted before any job in the State Civil Service is offered to any employee. This makes the availability of

the certificate a must for future educational success. The inability of governments to ensure a hundred percent transition from primary to secondary does not augur well for our educational growth (Obiweluozor, 2015). Due to the existence of multiple educational policies from both federal and state governments, there are policy disparities in management and funding. The state-managed institutions are very costly as compared to federal government-owned institutions. It is disheartening to see Nigerian youths drop out of schools just because they cannot afford the cost.

Insincerity: According to A, Stokke(2014), conception of insincerity is known to be an insincere utterance which communicates something that does not correspond to the speaker's attitudes. Corruption is a major factor breeding the aforementioned barrier. This is seen in educational sector where policy statement are not lifted up for implementation at all levels of education, allocations given to education are being hijacked here by one or two groups leaving out the industry porous in fund. Whereby the expected objectives are not reached, the equality in educational opportunity will be hindered.

Consistent strike: A *strike is the collective suspension of work, agreed upon by a number of workers with the purpose of reaching a certain end.* LEADERSHIP Data Mining Department's findings revealed that Nigerian university students have been forced out of the classroom for more than four years to 16 ASUU Strikes in 23 years due to the frequent strikes embarked upon by the members of the Academic Staff Union of Universities (ASUU) since the return of democracy to the country in 1999 (Haruna, Umma, Aisha, and Henry, 2022). ASUU, a trade union formed in 1978 to represent the interests of academic staff in all of the federal and state universities in the country, For decades, Nigerian public universities have been encountering challenges of poor funding, inadequate infrastructure, obsolete educational system, dilapidated structures and equipment, brain drain and successive governments have not been able to proffer solutions to these problems. Educationists say this explains why the products of Nigerian public universities are half-baked and certificates obtained from Nigerian universities are not rated high outside the shores of the country. LEADERSHIP Data Mining findings showed that as a result of the regular strikes, some students have resorted to indulging in criminal activities while some have become dropouts. Also, not a few have lost hope in the Nigerian education system. According to an educationist, Dr Lekan Olukuewu, in Haruna, Umma, Aisha, and Henry, (2022), said regular strikes have led to poor quality education dished out to students which has affected their academic time from school calendars and, upon resumption, academics tend to rush academic work. This, according to him, might mean forgoing important parts of the course work.

He said, ‘‘ultimately, this has a knock-on-effect on the intellectual capacity of the student. Embarking on strike causes students to spend more time than the statutory duration in school. This has an effect on the employment pattern where age is an important consideration for entry-level jobs. An increase in youth crime and immorality is not unrelated to the incessant ASUU strikes. Lack of vision and mission makes a handful of youth wander about with no direction, thus engaging in all sorts of illegal businesses like cyber-crime, gambling, fraudulent acts, etc. It has also led to prolongation of graduation time, extra cost of frequent movement from home to school when studies halt and psychological frustration. ’’Several other strikes have followed since then until the current 2022 strike which has been ongoing for eight months. This a total degradation to education in Nigeria which hinders equality in educational opportunity whereby people who cannot afford private universities and all that may end up becoming school dropout. Lack of good accessible rural roads: Road can only be the route to a destination, schools built inside rural areas no matter how best if not accessible can hinder equality in educational opportunity. Again people in the rural areas, indigent persons, and people living with disabilities are the most disadvantaged groups educationally. Whereby those who cannot afford the means of conveying themselves or their children over the bad roads stay at home or will search for other location which they might not afford, to the disabled it serves as a huge barrier. Children in urban centers have generally been known to have better access to better schooling than rural children of even equivalent intelligence quotient (1Q). In several parts of the developed world, the situation is however reversing. The inner city centers of most urban sprawls are being deserted by the upper and middle class citizens with their families. The better schools and facilities are also shifting to the suburbs. In developing countries however, only very few good schools are located in the rural areas. In fact, the general neglect of the rural areas prevents teachers from accepting posting to rural areas. Even budgetary allocations aggravate these disparities because the schools in the urban centers are close to the seats of government whose funds get much easier. In the words of Coombs, the prevailing dual urban/rural education system in low income countries deprives a large majority of rural youngsters of even a full primary education, let alone a chance at a secondary or higher education. It is mainly the children of the poorest families in the rural areas and urban slums who account for the astronomically high figures of non-school goers and early drop-outs.

Humanitarian Emergencies and Armed Conflicts Barriers: The devastating effects of armed conflicts and humanitarian emergencies have a big roll on educational expansion in Nigeria. Thousands of children are forced out of school in conflicts affected states of the federation, and several hundreds of thousands are forced out of school by natural disasters each

year. During the flood disasters of 2012 – 2014, only a small percentage of humanitarian aids was directed towards education. The current Boko Haram insurgency in North-East Nigeria has encouraged attacks on children, widespread rape of girls and women, and systematic destruction of school facilities. Sexual terror is used as a strong weapon of war. The forceful kidnapping of over 200 Chibok girls from a girls school in Borno State has made frontline news in major cities of the world. Hence sexual terror is inflicting untold hardships, fear and insecurity on young girls and women, thus untold damage on their education (Musa, 2014). Children are forcefully recruited as child soldiers and often times used as shields during combatants. Classrooms, teachers and pupils are prime targets. The consequence is fear on the part of children to attend classes, fear among teachers to teach and fear among parents to send their wards to school. In addition, armed conflicts in Nigeria divert public funds from education into military spending.

Individual Differences amongst pupils: Individual differences amongst pupils pose a barrier to equal educational opportunity in Nigeria. The educational system does not take cognizance of the ability and aptitude of the individual pupils enrolled into our educational institution. Abolishing fees, providing common curricula, equipping schools with adequate instructional materials are not enough criteria for meeting educational needs of every child in a given society. Critics see the provision of a common curriculum as injustice since it is deemed unfair to give the same dose of education to two pupils with different aptitudes and interests. Put in another way, it is a barrier rather than creating equality of educational opportunity, subjecting the same curriculum to both the mentally retarded and the normal child. In the same vein, it is rather absurd subjecting the same curriculum to both the normal child and the gifted child. What is needed is a diversified curriculum which would cater for the different aptitudes and abilities of individual pupils. The first view of equal amount of education for everybody does not take into account the ramification of individual differences existing among the learners. Learners differ in age, ability and other forms of development. The existing practice where everybody is put together in the same class makes the task of providing equal educational opportunities for all citizens a myth. While bright ones are delayed, the slow learners face in difficulties. This is because when all the pupils or students receive the same instruction, there is injustice because, the two individuals are not supposed to be treated equally (Adesulu, 2014).

Selection Method: No country has succeeded in establishing the number of educational institutions that can absorb all children of school going age and their different abilities and interests. Hence the introduction of common examinations such as state and national selection examinations and the Unified Tertiary Matriculation Examination (UTME), used to select

candidates into limited number of educational institutions in Nigeria. Such selection procedures based on merit encourage inequality instead of equality since those who are unable to pass these competitive examinations are deprived of their right to attend educational institutions of their choice. Regrettably, however, the children of the rich who have been specially prepared by attending high fee paying schools pass such examination easily.

The Quota System of Admission: The application of the quota system of admission involves the principle of discriminating against prospective university candidates, simply because they happen to be citizens of certain states of the federation. The policy according to proponents is to narrow the widening gap in education development of the South and the North. The advocates of the quota system of admission to higher institutions of learning argue that the system helps to remove any sense of suspicion, domination and exclusion of certain ethnic groups if aptly applied. According to them it would enhance national unity to admit students from all states of the federation to federal tertiary institutions to enable the youths to learn and interact together. On the other hand, the exponents of the quota system of admission see the great emphasis attached to one's place of birth as destabilizing instead of promoting unity in Nigeria (Divine, 2011). These critics query the offering of admissions to candidates with lower scores to the detriment of other candidates with higher scores just because they happen to come from different states. They claim that candidates who are cheated by their nation may consequently grow up undisciplined. They are of the view that the quota system of admissions consciously enthrones mediocrity, irrationality and injustice, since a well deserving candidate is robbed of his opportunity, all in the name of quota system. The introduction of quota system is a bane to equal educational opportunities to Nigerians. The makers of the policy told us that they wanted to use it to assist the educationally backward states. Their philosophy is that those who are ahead of others educationally should be restricted or delayed or made to wait for their colleagues. Quota system of admission provides for preferential treatment to candidates from the so called educationally disadvantaged states of the federation. The policy, the government says is aimed at correcting the educational imbalance between the geographical areas. The government in 1992 directed that the following admission formula be in place (a) Merit 40% (b) Catchments Area 30% (c) Disadvantaged 20% (d) Discretionary 10% The Government thus, neglected the report of the commission on Review of Higher Education in Nigeria by the year 2000 which recommended a gradual reduction of the percentage vacancies reserved for the educationally disadvantaged states, and to phase it out by the year 2000, in which their admission formula is as follow Merit 70% Catchments Area 20% Disadvantaged - Discretionary 10%, (Ainscow, Dyson, Goldrick, and West, 2012).

The principle of the quota system of admission does not portray the enthronement of equal educational opportunities, rather it destroys it (Nwogu, 2015). Quota system destroys equality of education in the following ways.

a. It deprives some people the opportunity to acquire education

b. It destroys meritocracy. It does not consider the principle of merit rather it is based on geo-ethnic learning.

c. Quota systems destroys the man-power production of the nation by depriving some of our citizens the rightful access to equal education.

Gender Discrimination/ Girl child: In Nigeria, women face sets of barriers to equal educational opportunity. These include child marriage, early pregnancy, domestic labour and human trafficking. According to Wikipedia Online Press, Nigeria is a source, transit, and destination country for women and children subjected to trafficking in persons. It further states that trafficked Nigerian women and children are recruited from rural areas within the country's borders – women are involuntary domestic servitude and forced commercial sexual exploitation, and boys forced labour in street vending, domestic servitude, mining and begging. In the far North, some Muslim parents are reluctant, for cultural and religious reasons, to send their daughters to school (Enyioko, 2021). Even in the Southern part of the country, many parents are reluctant training their female children. Their reason is traceable to old customs and values which see female education as unnecessary as the womenfolk are deemed to have been designed for child birth and domestic chores for the husband to be. In addition, men's perception of the educated women as a 'threat' to them in politics and economy, has also made it difficult for families to train their daughters. These discriminations towards girl's education act as barriers as fewer girls enroll and many who do often times drop out of school. The disparity between male and female gender education is amply displayed by the monopoly which men enjoy in the higher level of the economy and polity. This explains why it is common seeing Nigerians sending their sons to school before the daughters are considered. There is however a reverse in this trend in some states of the federation where female pupils far outnumber their male counterparts. There is need to sustain the reverse trend bearing in mind that increase in girl education reduces birth rates which in turn improve quality of life for many families.

Limited Admission Spaces/The Problems of Carrying Capacity : A major barrier to access to universities in Nigeria is carrying capacity of the universities. There is a surging demand for university education in Nigeria. As a result, the universities need to be expanded in terms of infrastructure, facilities and manpower to meet the teeming students population seeking

admission. The National Universities Commission (NUC), the regulatory authority at a time found out that many universities were overpopulated and facilities overstretched. This informed the introduction of the carrying capacity to ensure that students are admitted based on the facilities available. According to Henry Divine (2011) these facilities include adequate lecture rooms, well stocked libraries, good staff/student ratio, accommodation, etc. According to him this policy was to enhance quality but has become an impediment to access to university education. The reasons are not far-fetched.

According to Adesulu (2014), cited in Nwogu (2015), in 2010/2011 academic year, Nigeria had 112 universities with a carrying capacity of 450,000 and 1,493,611 applicants. The admitting capacity was 30.13 percent of the total number of applicants. He further stated that in the 2011/2012 session, five universities were added, bringing the number (of universities) to 117, with 500,000 carrying capacity amounting to 33.25 percent and 1,503,933 applied that year. Ironically in 2012/2013 session when 11 universities were added bringing the number to 128, the carrying capacity was 520,000 (29.96%) when a total of 1,735,729 applied for university spaces. The question is what happens to the teeming masses who are denied university education every year as a result of inadequate facilities? The truth of the matter is that a good percentage of students who meet the UTME cut-off marks cannot access the tertiary institutions in the country as a result of carrying capacity quota allocations to universities.

Religious Factor: Religion was a major barrier between the North and the South because of Christianity and Islam. Religion consequently brought about differences to educational opportunities. The Northerners who showed resistance to Western education were deprived of access to education and thus had less access to it against the southerners who embraced it. Apart from the efforts of the missionaries, the late Awolowo, introduced Free Primary Education in 1955 in the West as an attempt to provide equal educational opportunities. Zik's efforts in the same direction in the East collapsed (Divine, 2011).

Inadequate School Facilities: According to Ekechukwu (2018) school facilities involve, science and computer laboratories, instructional materials, teaching methods chairs, desks, classrooms, machines tools, workshop, laboratories, equipment libraries, books, etc. Inadequate school facilities is also among the factors militating against equality of educational opportunities as most schools lack adequate up-to-date school facilities.

Possible Solutions to the Barriers

1. Instead of establishing more universities, the federal government should empower universities to develop their virtual universities(Enyioko, 2021). Distance learning Education as practiced in the National Open University of Nigeria should be encouraged Establishment

of National Open University and Opening Distance Learning Programmes (ODL) Another area is the establishment of the National Open University and the Opening Distance Learning programmes (ODL) in Nigeria who are also important steps taken towards 'lifelong education' as contained in the National Policy on Education (FRN, 2004:p.9). The Nigeria Open University, according to Baum, Abdul-Hamid, and Wesley (2018), has been up to its mandate throughout the country. It has given both female and male citizens and all tribes, ethnic groups, states, geo-political zones this great opportunity of attending school. Universities of Ibadan and Lagos which operate dual mode, regular students and open distance learning programmes, should have their virtual learning facilities expanded to enable each of them admit over one million students annually. Increasing the quota allocation given to universities in the bid to increase their carrying capacities would only mean overstretching the existing infrastructure in those universities. Effective learning and teaching cannot take place in overcrowded classrooms and there provision for more facilities.

2. In the cases of increasing insurgency and armed conflicts in Nigeria, government must ensure that displaced youths do not lose out in their schooling. Recent destruction of classrooms and kidnap of students from their school environments could be stemmed if state and Para-military security men to man the school gates of the worst affected states.

Closed circuit television (CCTV) cameras could also be mounted in such schools to track the infiltration of suicide bombers who have of recent been having a field day dressing like the regular students and blowing up themselves, thereby killing and maiming scores of innocent students in the North-East of Nigeria. Students who are displaced by insurgency must be made to access educational opportunities through the recently inaugurated Safe School Initiative (SSI) of the Federal Government. Emergency schools facilities must be provided and teachers recruited to teach them around the various refugee camps where they and their parents are being rehabilitated (Ejere, 2011). Schools located at the border towns where fighting is ongoing should be provided with perimeter fencing and security patrols provided to protect both teachers and students.

3. Gender inequality is still high in the North Eastern part of Nigeria. Situations where the role of women has been relegated to child bearing and domestic chores does not fit the modern practice in the civilized world. Human potentials of girls and women are undermined and their creativity is diminished. A total war should be declared to reverse the trend. Recruitment of under-aged boys and girls for involuntary domestic servitude and forced labour must be discouraged. Street trading by young boys and girls of school age should be prohibited by national legislation.

4. Unaffordable costs arising from transport costs to schools outside the pupil's neighborhood, charges for their school uniforms and textbooks should be taken care of by government if education is free at the primary level. More classrooms should be built to eliminate overcrowding, class sizes should be cut down and long travel distances to school reduced. Many parents are afraid to release their daughters for schooling where pupils walk one or two hours to schools. Efforts should also be made to refurbish dilapidated classrooms and as a rule pupils should not be allowed to sit under trees to learn.

5. Quota system of admissions into tertiary institutions in Nigeria should be scrapped as it seen as a barrier instead of enthroning equality of access to educational institutions. It enthrones mediocrity and promotes injustice rather than equity as envisaged by its proponents.

6. Curriculum designers should aim at diversified curriculums to cater for children with different aptitudes and interests (Aluede, Idogho, and Inonike, 2012). The current unified curriculum practiced in the country is a cog in the wheels of equalizing efforts of government to educational opportunities.

Conclusion

It has been seen that ethnic rivalries and hostilities in Nigeria reflect competition over access to national benefits such as employment opportunities, establishment of new universities and other services. This compels the educational system in Nigeria to serve contradictory roles. While the system permits a small number of children from modest backgrounds to achieve varying degrees of upward mobility, the new elite class assists to perpetuate and deepen social inequalities between the privileged and the under-privileged classes. Equalization of educational opportunities implies the provision of free, universal education, a common curriculum for all children irrespective of background and a common school system. Otherwise, education for all Nigerians after or beyond the 21st century may just be a mirage. As a result education only acts as a catalyst, guaranteeing the reproduction of the existing inequalities. In other words, all that our educational system is doing at present is to deepen the already extremely high level of social inequality. Government at different levels are trying their best to reverse the trend. How far it can succeed in removing the deeply entrenched barriers to equality of access to educational opportunity in the country is a feat which may take many years to achieve.

Recommendations

For Nigeria to achieve equalization of educational opportunity by the year 2022 and beyond, the following recommendations are made;

i. The federal government should also create a strong forum where the three actors (ASUU, government and university management) interact in getting their problems solved instead of expressing it through strike action.

ii. The government should embrace synergy and active role of education stakeholders and community development, review and implementation of policies to strengthen educational equality and for inclusion purposes.

iii. The government should sincerely employ means of resolving reoccurring challenges bedeviling equality of education in Nigeria with sustained monitoring and evaluation strategies.

iv. Elimination of gender disparities in primary education by ensuring full and equal access and achievement in basic education of good quality.

v. The government and other stakeholders should ensure the availability of up-to-date school facilities and other necessary resources.

REFERENCES

Adesulu, B. (2014). Limited admission spaces: Way out of admission problems by stakeholders. In *Vanguard Newspapers Ltd*, Thursday, Nov. 13, 2014.

Ainscow, M., Dyson, A., Goldrick, S. and West, M. (2012). *Developing Equitable Education Systems*. Routledge.

Aluede, O., Idogho, P. and Inonike, J. (2012). Increasing access to university education in Nigeria: present challenges and suggestions for the
future. In the African Symposium: *An Online Journal of the African Educational Research Network,* 12(1): 1-8.

American Civil Liberties Union. (2020). Your right to equality in education. https://www.aclu.org/other/your-right-equality-education.

Baum, D. R., Abdul-Hamid, H. and Wesley, H. T. (2018). Inequality of educational opportunity: the relationship between access, affordability, and quality of private schools in Lagos, Nigeria. *Oxford Review of Education,* 44(4): 459-475.

Cook-Harvey, C. M., Darling-Hammond, L., Lam, L., Mercer, C. and Roc, M.
(2016). Equity and ESSA: Leveraging educational opportunity through the every student succeeds act. Learning Policy Institute.

Divine, H. (2011). *Admission guidelines into Nigerian Universities*: The challenges in Vanguard Newspapers Ltd. Sunday 17th May 2011.

Ejere, E. I. (2011). An examination of critical problems associated with the implementation of the universal basic education (UBE) program in Nigeria. *International Education Studies,* 4(1): 221–229.

Ekechukwu, L. E. (2018). Equality of educational opportunities in Nigeria. *World Applied Sciences Journal,* 36(3):499-505.

Enyioko, N. (2021). Gender Equality and Educational System in Nigeria.
Rochester, NY. Federal Republic of Nigeria: National Policy on Education (2013). Lagos: NERC Press.

Musa, J. M. (2014). An appraisal of equal educational opportunities and its implications for peace and development in Nigeria. *Journal of Contemporary Research*, 11(1): 82-91.

Nwogu, G. A. I. (2015). Barriers to equality of access to educational opportunity in Nigeria: A philosophical perspective. *Journal of Education and Practice,* 6(4): 1-6.

Obiweluozor, N. (2015). Early childhood education in Nigeria, policy implementation: Critique and a way forward. *African Journal of Teacher Education,* 4(4): 1–8.
Saka, L. A. (2019). Parents' and community's supports girl-child schooling in a local government area in NIGERIA (PDF). *eksu.edu.ng*. Retrieved 30 December 2021.
Universal Declaration of Human Rights (2020). *www.amnesty.org*. Retrieved 27 May 2020.

SPORT ACHIEVEMENT ORIENTATIONS AMONG JUNIOR AND ADULT BASKETBALL PLAYERS

M. A. Gabrielius MALDUNAS
Lithuanian Sports University, Lithuania
Prof. Dr. Romualdas MALINAUSKAS
Lithuanian Sports University, Lithuania
ORCID ID: 0000-0001-5578-3100

ABSTRACT

Aim and Background: Recently, more and more attention has been paid to the fact that the performance of athletes depends on achievement behaviour, and specifically competitive achievement behaviour, which is one of the most prominent features of sport activities. Therefore, the relevance of research on the characteristics of sport achievement orientation among junior and adult basketball players is important and unquestionable because individuals who are strongly oriented toward competition are motivated to join and seek achievement in competitive sport. The aim of this study is to determine and compare sport achievement orientation among junior and adult basketball players.

Methods and organization: To determine the characteristics of sport achievement orientation in athletes

Gill and Deeter's Sport Orientation Questionnaire (SOQ) has been used. SOQ measures the different processes that athletes use to judge competence and evaluate success within a sport context. Three separate indicators – win, goal, and competitiveness, – were analyzed. Athletes who have the win orientation desire to win and avoid losing in sport; they evaluate success in compared with the others. Individuals holding a goal orientation are interested in performing well; however, this orientation indicate the desire to reach personal goals in sport. Competitiveness reflects a desire to enter sport achievement situations, to strive for success, to work hard, to master skills, and an eagerness to meet competitive challenges. A total of 95 athletes were interviewed during the study. The analysis covered 49 junior basketball players and 46 adult basketball players.

Results: The study showed that junior basketball players and adult basketball players did not differ significantly in goal and win orientations ($p > .05$). It was revealed that junior basketball players and adult basketball players differ statistically significantly according to the competitiveness ($p < .05$): adult basketball players were more competitive-oriented than junior basketball players.

Conclusion: It is revealed that adult basketball players were more competitive than junior basketball players.

Keywords: sport schools, perceıved stress, copıng wıth stress, basketball players.

COMPARATIVE ANALYSIS OF STUDENT ACADEMIC PERFORMANCE IN COMPUTER STUDIES BETWEEN SOME SELECTED PRIVATE AND PUBLIC SECONDARY SCHOOLS. IN ZARIA LOCAL GOVERNMENT AREA IN KADUNA STATE

Rafindadi Ibrahim SAAD
Department of Computer Science, Federal College of Education, Zaria Kaduna State Nigeria.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the student academic performance in computer studies between private and public secondary school. In Zaria local government Area in Kaduna state.

In view of this, the researcher went through Four (4) selected secondary schools in Zaria local government Area and collected data in some achievement test results 2016, and 2017 academic seasons. The achievement test is the senior school certificate examination results the Four (4) schools are of two types, that is, Two (2) private secondary school and Two (2) pubic secondary.

In the analysis percentage method of statistics manipulation was used the result of the study evinced that, students in private secondary performed better in computer studies than students in public secondary schools.

Key words: Examination, Public School, Private School, Computers, ICT equipment's, Internet,

IMPLEMENTING FORMATIVE ASSESSMENT IN CHEMISTRY EDUCATION CLASSROOM INSTRUCTION USING KAHOOT! ONLINE RESOURCES

Hassan ALIYU
Department of Science Education, Faculty of Education, Sokoto State University, Nigeria
ORCID ID:0000-0003-4929-3126

ABSTRACT

The effective ideas or approaches included in game designs to encourage positive learning outcomes contribute to the engaging learning experience of game playing, even though fun and entertainment are typically what first draw individuals to games. Some of the most important factors in gamified instruction are concentration, focus, motivation, interest and engagement. Kahoot! is a game-based learning platform used to review students' knowledge, for formative assessment, or as a break from traditional classroom activities. With over 70 million monthly active unique users, Kahoot! is one of the most widely used game-based learning platforms; more than 2.5 billion individuals from more than 200 countries have used it. This study implements formative assessment in chemistry education classroom instruction using Kahoot! to monitor students' development and assess their interest in learning. The action research adopted experiments and survey design. Thus, two different instruments (test and survey) were designed for obtaining data from 32 enrolled undergraduate chemistry education students at Sokoto State University. A paired-sample t-test was conducted to monitor students' development between different test scores performed by the same respondents. The result indicated that while pairs 3 and 4 had no significant difference, there was a significant difference between pairs 1, pair 2, pair 5 and pair 6. Moreover, the results also revealed that there is an effective enhancement of students' interest when Kahoot! is implemented as a tool for formative assessment in chemistry instructions. Kahoot! is a free online game-based application that includes options like quizzes, discussions, and surveys that make the learning process challenging, fun, and engaging. The study concluded that teachers should cautiously reap the benefits of Kahoot! in engaging, interesting, and monitoring students' development in learning.

Keywords: Kahoot!, Chemistry, Formative assessment, Instruction, Classroom

CYTOTOXIC EFFECT, ANTI-CHOLINESTERASE AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF THE PLANT *Scabiosa Stellata* L.

Dr. Mouffouk CHAIMA
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la Matière, Université de Batna-1, Batna 05000, Algérie.
Dr. Mouffouk SOUMIA
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la Matière, Université de Batna-1, Batna 05000, Algérie.
ORCID ID: 0000-0001-7704-4093
Pr. Haba HAMADA
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la Matière, Université de Batna-1, Batna 05000, Algérie.

ABSTRACT

In this study, cytotoxic effect, anticholinesterase, hemolytic and antibacterial activities of crude extracts (petroleum ether, ethyl acetate and *n*-butanol) obtained from the plant *Scabiosa stellata* L. were evaluated. The cytotoxicity of the tested extracts was tested by Brine shrimp lethality method; the acetylcholinesterase inhibitory activity was performed using Ellman's colorimetric method and the hemolytic activity was assessed by spectrophotometric method towards human erythrocytes. Furthermore, the antibacterial activity was estimated by agar disk diffusion assay against ten bacterial strains. Results The phytochemical screening of the extracts revealed the presence of several types of secondary metabolites. A significant cytotoxic effect was observed for the *n*-butanolic extract with a value of 57.2 ± 0.2 % of mortality at 80 µg/mL, the ethyl acetate extract had a moderate anticholinesterase activity at 200 µg/mL. The hemolytic assay exhibited that *n*-butanolic and ethyl acetate extracts induce hemolysis in dose-dependent manner with values of EC_{50} at 37.3 ± 0.5 and 106.6 ± 0.3 µg/mL, respectively. All the crude extracts showed antibacterial activity against most tested strains, with zones of inhibition ranging from 9 to 20 mm. As conclusion, the crude extracts obtained from the medicinal plant *S. stellata* can be an important source of therapeutic agents against pathological damage due to free radicals inducing neurodegenerative and infectious diseases, while *n*-butanolic extract could be used as a good source of alternative natural antiproliferative compounds.

Keywords: *Scabiosa stellata*, cytotoxic effect, anticholinesterase, hemolytic effect, antibacterial activity.

FUNGAL DIVERSITY AND HUMIFICATION INDEX OF VERMICOMPOST PRODUCED FROM DIFFERENT FARM WASTE

M. THENMOZHI
Department of Biotechnology, School of Life sciences, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, Tamilnadu, India
D. KIRAN
Department of Biotechnology, School of Life sciences, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, Tamilnadu, India
P. UMESH
Department of Biotechnology, School of Life sciences, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, Tamilnadu, India
B. Sampath KUMAR
Department of Biotechnology, School of Life sciences, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, Tamilnadu, India

ABSTRACT

Solid waste management is a worldwide problem and it is becoming more complicated day by day due to the rise in population, industrialization, and changes in our lifestyle. The livestock population of India has reached a million tonnes of waste. Therefore using vermicomposting natural manure can be prepared without any chemicals, reduce the amount of waste materials leading to a safer and healthy environment for agriculture. Our study explores the potential of an epigenic earthworm *Eisenia fetida* to compost different livestock excreta (Cow waste, Buffalo waste, Goat waste, Hen waste and Quail waste) and their fungal diversity (vermicompost). Different days of vermicompost (black gold) soil at 30th (Precompost) and 60th day (Postcompost) were used for this analysis. Both soil samples were used to determine the total CFU count and evaluation of humification index. The result obtained from the analysis revealed the maximum enrichment of the microbial communities and a totally 551 entities were identified. Isolated fungi were identified as belonging to *Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigates, Penicillium digitatum* and *Penicillium verrucosum*. These fungi inhabit the soil and develop considerably when there is easily degradable organic matter.

Key Words: Vermicompost, Black gold, *Eisenia fetida,* Humification index

EVALUATION OF SUSCEPTIBILITY OF DIFFERENT MUNG BEAN GENOTYPES AGAINST *Callosobruchus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Muhammad NASIR
Department of Entomology, Faculty of Agriculture and Environment, Islamia University of Pakistan
Muhammad FAIZAN
Department of Entomology, Faculty of Agriculture and Environment, Islamia University of Pakistan
Muhammad Waqar HASSAN
Department of Entomology, Faculty of Agriculture and Environment, Islamia University of Pakistan

ABSTRACT

A Research trail was conducted in the Laboratory of the Department of Entomology, Faculty Collage of Agriculture and Environment, the Islamia University of Bahawalpur, Pakistan during spring season 2022. *Callosobruchus maculatus* Fab. (Bruchidae), belongs to order Coleopetera. It is called the cowpea weevil and also known as cowpea seed beetle. This pest commonly feeds on stored pulses and also causes deterioration of legumes quality in the storage as well as in the field. Now the plant breeders must develop resistant seeds to manage this pest. Oviposition output and development of *C. maculatus* were investigated in this study. Susceptibility of one cowpea variety (host) and three mung bean varieties using no-choice tests was investigated in this experiment. Completly Randomized Design (CRD) was used with three replications. These grains of different mung bean varieties (BRM-28, BRM-102 and BRM-106) were obtained from Arid Zone Research Institute (AZRI) Bahawalpur. Three pairs of adults (*C. maculatus*) were inoculated into fifteen seeds of three mung bean varieties and one cow pea variety (host) at temperatures 28 ± 2 and 70 ± 5 % relative humidity. In this experiment statistics on the number of eggs output by beetles, holes on grain and percent weight loss were also studied. Egg laying output percentage, percentage of eggs hatching, larval-pupal developmental period and adult emergence was also recorded. Maximum total developmental period of combined nymphal stages was (33.26 d) on BRM-28, followed by (32.8 d) on BRM-106, (32.0 d) on BRM-102 and least (31.33 d) on cow pea host. Survival percentage was 100 % on cow pea host and mung bean genotypes except BRM-106 on which survival percentage was 93.33 %. Maximum percent weight loss was 52.523 % on BRM-28, followed by 48.757 % on BRM-106, 46.277 % on cow pea host and minimum 31.363 % on BRM-102. Based on growth index of *C. maculatus* cow pea and BRM-102 were susceptible, BRM-28 was moderately susceptible, while BRM-106 was moderatley resistant to *C. maculatus.*

Key words: Stored grain insect pest, pulse beetle, primary pest, integrated pest management, mung bean and cowpea varities.

ON FARM WATER MANAGEMENT IN PAKISTAN'S AGRICULTURE

Mujahid ALI*
Water Management Research Farm Renala Khurd,-56150, Okara, Pakistan
Ammar AHMAD
Water Management Research Farm Renala Khurd,-56150, Okara, Pakistan
Shafiq ur REHMAN
Water Management Training and Research Institute, Agriculture Department (Water Management Wing), Government of the Punjab, Lahore 54000, Pakistan

ABSTRACT

Being a water-stressed country, the current scenario reflects worst-ever water crisis is ahead in the agriculture of Pakistan, threatening food security. Even though Pakistan has the largest contiguous surface water irrigation system in the world. Pakistan is among the most water-intensive economy in the world. Agriculture accounts for 24% of GDP while more than 90% of freshwater is utilized for agriculture, of more than 80% of it just utilized by wheat, cotton, maize, sugarcane, and rice. Irrigation is the most water-consuming division of the country. Seepage from rivers/canals, mismanagement, unequal distribution, and pollution/salinization, are major contributing factors to the water crisis. Climatic conditions, global warming, and drying of lands due to lack of rainfall are aggravating the situation. Being the best canal system in Pakistan agricultural losses of water are severe. For amelioration of water-saving, creating awareness among the farming community, water budgeting, use of gadgets/software, equal distribution of irrigation water, and government policies would solve and save the country from crisis. There is a need to improve storage capacity by building dams/reservoirs/ponds. The need of the day is hydrogeological surveys. Considering the water insecurity in agriculture, low water productivity, and emerging climate issues, applied water management research for identification, evaluation, pilot testing, and demonstration of water management interventions and practical training of stakeholders for successful adoption of new technologies/practices.

Keywords Water scarcity, soil moisture sensors, water reservoirs, discharge measurement, global warming

SMART SENSORS FOR THE SOIL HEALTH MONITORING

K. Shirley KIRAN
Department of Agricultural Engineering, International School of Technology and Sciences (For Women), NH-16 , East Gonagudem, Rajanagaram, Rajamahendravaram, East Godavari District, Andhra Pradesh, 533294, India
ORCID ID: 0000-0003-4863-8540

ABSTRACT

Agriculture plays the major role in economics and survival of people in India. The purpose of this project is to provide embedded based system for soil monitoring and irrigation to reduce the manual monitoring of the field and get the information via mobile application. The system is proposed to help the farmers to increase the agricultural production. The soil is tested using various sensors such as pH sensor, temperature sensor, and humidity sensor. Based on the result , the farmers can cultivate the appropriate crop that suits the soil. The obtained sensor values are sent to the field manager through Wi-Fi router and the crop suggestion is made through the mobile application. Automatic irrigation system is carried out when the soil temperature is high. Crop image is captured and is sent to the field manager to suggest pesticides.

Key Words : Embedded based system, mobile application, pH sensor, temperature sensor, humidity sensor, automatic irrigation system

FINDING PROTEIN TARGETS IN THE PROTEOME OF PATHOGEN TO CONTROL THE GRAPEVINE CROWN GALL DISEASE

Ahmad Farhad TALEBI*
Faculty of New Sciences and Technologies, Semnan University, Semnan, Iran.
Yasaman KHALESI
Faculty of New Sciences and Technologies, Semnan University, Semnan, Iran.

ABSTRACT

Plant diseases strongly affect the productivity and quality of agricultural products. Identification and inactivation of specific proteins to prevent the development of pathogenicity, considered as specific control approaches against pathogens; therefore, using the in-silico studies, dissimilar proteins in *Agrobacterium fabrum* and its host plant (*Vitis vinifera*) are surveyed in the present study. The proteome of the pathogen and the host were obtained from the Uniprot database and they were further compared by bioinformatics tools. Proteome of the pathogen were compared with human proteome and other non-target organisms and dissimilar proteins were selected. The results of the analyzes showed that out of 5344 input proteins, 3616 proteins had no similarity with host proteome, 1242 proteins had no similarity with non-target species proteome, 539 proteins had no similarity with human proteome and gastrointestinal microbial flora and 305 proteins had no similarity with symbiotic fungal proteome as well as endophytic bacterial proteome. The function of three proteins out of 305 unique targets was determined as essential proteins for bacterial cell survival using DEG database. Based on the complementary studies, proteins with accession number of Q8UI73, Q8UI48 and Q7cz97 were selected as targets with long half-life and good stability. In general, the identified proteins can be very effective targets for specific control of *Agrobacterium* infection. Inactivation of such proteins along with other common methods not only could effectively control the disease, but also could prevent the side effects of the abuse of chemical toxins on humans, non-target species and the environment.

Keywords: Agrobacterium, crown disease, *Vitis vinifera*, bioinformatics analysis

POTENTIAL DANGERS OF *C. falcatum* IN SUGARCANE AND THE WAY FORWARD

Rabiu Garba AHMAD*
Department of Biotechnology, School of Bioengineering and Biosciences, LFTS, Lovely Professional University, Phagwara, Punjab- 144111.
Department of Biology, School of Science Education, Sa'adatu Rimi College of Education Kumbotso Kano, Nigeria P.M.B. 3218.
Vineet KUMAR
Department of Biotechnology, School of Bioengineering and Biosciences, LFTS, Lovely Professional University, Phagwara, Punjab- 144111.

ABSTRACT

Red rot disease of sugarcane causes by fungus *Colletotrichum falcatum* is one of the most dangerous diseases of sugarcane that disturbs the sugarcane cultivars in sugarcane growing areas. Red rot also regarded as cancer of sugarcane causes huge loss of sugarcane content thereby affecting the yields production. Various factors enable low production of sugarcane, hence cripples the economic system among sugarcane growers that consequently affect economic stability at both national and international levels most importantly in sugar production industries. In this paper, some factors that affect low sugarcane production, low sugar production as well as reduce in the economic stability due to poor sugarcane yields as result of sugarcane devastating disease (red rot) have been highlighted. New technological method/approaches that could be employed for the early detection of the disease have also been reviewed and presented.

Keywords: *C.falcatum,* Red rot, Sugarcane, New approach**.**

CHEMICAL INVESTIGATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITIESOF THE SPECIES *Erinacea anthyllis*

Soumia MOUFFOUK
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la matière, Université de Batna-1, Algérie
Chaima MOUFFOUK
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la matière, Université de Batna-1, Algérie
Sara MOUFFOUK
Laboratory of Biotechnology of Bioactive Molecules and Cell Physiopathology, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, 05000 Batna, Algeria.
Hamada HABA
Laboratoire de Chimie et Chimie de l'Environnement (L.C.C.E), Département de Chimie, Faculté des Sciences de la matière, Université de Batna-1, Algérie

ABSTRACT

The genus *Erinacea* belonging to the subfamily Papilionoideae of the family Fabaceae and the tribe Genisteae, is represented by a single species named *Erinacea anthyllis* Link or *Erinacea pungen*. This species is a shrub with purplish blue flowers that is found mainly in the Pyrenees Orientales in France, Spain, Algeria, Tunisia and Corsica. In Algeria, this species is used in traditional medicine to treat rheumatic diseases while in the Siroua region of Morocco it is utilized as honey source. The present work describes the isolation and structural elucidation of two new prenylated isoflavonoids namely: Erinasone A (1) and Erinasone B (2), together with 10 known compounds from the EtOAc extract of *E. anthyllis*. Structures of all the isolated metabolites 1-12 were established mainly by spectroscopic analysis, including 1D and 2D NMR (^{1}H, ^{13}C, DEPT, COSY, HSQC, HMBC and NOESY), mass spectrometry (ESI-MS), UV-Vis, measurement of optical rotation $[\alpha]_D$ and by comparison with the literature data. The total phenolic and flavonoid contents were quantified respectively by Folin-Ciocalteu and trichloroaluminum methods and the antioxidant activity of the EtOAc extract was determined by three different methods including trapping of free radical DPPH, Ferric reducing antioxidant power (FRAP) and total antioxidant capacity by phosphomolybdate assay (PPM). The results of the antioxidant activity revealed that the EtOAc extract had moderate antioxidant activity for all the tested methods. Consequently, *Erinacea anthyllis* is a rich source of polyphenolic compounds particularly isoflavonoids used as chemotaxonomic markers for the subfamily Papilionoideae.

Keywords: *Erinacea anthyllis* Link., Isoflavonoids, Bioactive contents, Antioxidant activity

IDENTIFICATION OF SRIMINOSARI MANGROVE TOURISM OBJECTIVES, LABUHAN MARINGGAI DISTRICT

Endri LISNAWATI
Indra Gumay FEBRYANO*
Gunardi Djoko WINARNO
Samsul BAKRI
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung
Graduate of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung

ABSTRACT

Identification of attractions, accessibility, amenities, and ancilliaries is important in the management of mangrove forests which are used as tourist attractions, because they are one of the efforts to increase tourist interest. The purpose of this study was to determine the object of tourist attraction in the Sriminosari Mangrove Forest, Labuhan Maringgai District. The data collected was obtained through observation by looking at the four elements, namely attraction, accessibility, amenity, and ancilliary. The data after being obtained were then analyzed descriptively-qualitatively. The results showed that the existing attractions were boating activities, Kuda Lumping art, and planting. Access to tourist sites is not good because the road is still in the form of dirt and there are no road signs or directions making it difficult for tourists to find out tourist locations. Observation of amenity elements is that there is a large parking area with good security, toilets are located at two points with one point having a bad condition, namely a cracked wall. The existence of huts and places of worship are also damaged, namely weathering due to age and lack of good maintenance. The existence of trash cans are found in almost every crowded place. When entering a tourist location, the officer will welcome tourists who come at the ticket purchase location, then give directions to the parking lot. The officers who manage the tourism come from Pokdarwis members. Many parties have provided support in the development and management of tourism, namely the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, the Forestry Service, the Tourism Office, and the Sriminosari Village Head. The forms of support provided are varied, namely the provision of funds to training in developing existing potential. Objects and tourist attractions need to be developed properly, namely by repairing huts, places of worship, toilets and adding attractions such as photo spots, fishing, other cultural festivals.

Keywords: mangrove, ecotourism, tourist attraction, management

FARMERS' INFORMATION NEEDS ON HEALTH AND ENVIRONMENTAL HAZARDS ASSOCIATED WITH HERBICIDE USE IN AGBANI AGRICULTURAL ZONE, ENUGU STATE, NIGERIA

Okoro, J.C.
Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, University of Nigeria
[2]College of Medicine, University of Nigeria, Nsukka
Oluwakunle J.D.
Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, University of Nigeria
[2]College of Medicine, University of Nigeria, Nsukka
Onah, S O.
Department of Sociology and Anthropology, University of Nigeria, Nsukka.

ABSTRACT

The study assessed farmers' information needs on health and environmental hazards associated with herbicide use in Agbani Agricultural Zone, Enugu State, Nigeria. Structured interview schedule was used to obtain information from 80 crop farmers. Data collected were analyzed using percentage, mean, multiple regression and factor analysis. The farmers' major sources of information on health and environmental hazards associated with herbicide usage were neighbours (86.3%), input suppliers (75.0%), fellow farmers (73.8%) and family (42.0%). However, they only found reliable information they received from fellow farmers ($\bar{x}$=3.43), input suppliers ($\bar{x}$=3.00) and neighbours ($\bar{x}$=2.96). On a list of 30 knowledge questions used to measure their knowledge level on health and environmental hazards associated with herbicide usage, the majority (60.0%) had low knowledge. Hence the farmers indicated they need information on the areas of management of herbicide equipment, recommended herbicide application practices, herbicide precaution practices and health and environmental hazards inherent in herbicide misuse. The findings equally shows a positive significant relationship ($p \leq 0.05$) between numbers of years spent in formal education and knowledge level on health and environmental associated with herbicide usage. The study concluded the farmers had poor knowledge on health and environmental hazards associated with herbicide use and recommends massive awareness campaign by government and Non Governmental Organizations through extension agents to teach farmer best practices and recommended herbicide usage.

Keywords: health hazards, herbicide, information needs, farmers

EFFECT OF HEAVY METALS ON QUALITY AND QUANTITY OF AROMATIC CROPS

Houman HONARY
Dep. of Horticulture, Torbat jam Branch, Islamic Azad University, Torbat jam, Iran

ABSTRACT

Worldwide growing concerns about usage of aromatic crops have become well evident in the past few years. These plants products are greatly utilized in confectionary, food, condiments, dental creams, mouth washes, soaps etc. The world production of essential oils from aromatic crops is growing at more than 10 per cent annually and at present it is estimated at about 1,10,000 tonnes valued at over US 11 billion dollars. India contributes 1.6 percent to the world production, next only to Brazil and USA. The global demand for the herbal products is expected to at least double and perhaps even triple, over the next fifty years. However, the safety of their use has recently been questioned due to the presence of heavy metals.

Air is a resource that respects no man made boundaries. Modern industrial society produces a large number of gases and particles in quantities to harm human, plant or animal life. Heavy metals like cadmium, iron, molybdenum, lead, nickel, tin and zinc are present in the environment in trace amounts. These metals are universally present in soil, water, air and biota Component of the ecosystems of the earth that remove pollutants from the atmospheric compartment and store, metabolize, or transfer them may be termed “sinks”. Soil and vegetation surfaces represent the major sink for pollutants introduced into terrestrial ecosystems. Metals from air wash to the soil and pollute the soil. This is of great concern for the environment. The soil, the common rooting medium, is the primary source of metals in plants. In general, as the trace element content of soil increases, that amount available to the plant also increases.

In many countries, there are some industrial regions where soils contain excessive amounts of these elements. Production of edible crops in these regions often results in contaminated produce. According to the research work carried out, instead of growing edible crops, it is possible to grow some aromatic species in which final product is free from heavy metals. Knowledge of the influence of soil properties on the heavy metal uptake could be very useful when a choice of growing site or possible agro techniques are issued for cultivation of these plants. Further some aromatic crops appear to be a good choice for phytoremediation, such as *Hyssopus officinalis* L., *Satureja montana* L.

INTRODUCTION

Importance of Aromatic Plants

Worldwide growing concerns about aromatic plants have become well evident in the past few years. The essential oils obtained from the aromatic plants by the process of distillation, expression or extraction with suitable organic solvents represents a complex mixture of several compounds. These plant products are greatly utilized in confectionary, food, condiments, dental creams, mouth washes, soaps etc. The world production of essential oils is growing at more than 10 per cent annually and at present it is estimated at about 1,10,000 tonnes valued at over US 11 billion dollars. India contributes 1.6 per cent to the world production, next only to Brazil and USA (Bedi *et al*., 2008).

India, with its stock of raw materials in the form of hundreds of aromatic species growing in its varied agro climatic zones, can play a dominant role in the production and processing of essential oils. The global demand for the herbal products is expected to at least double and perhaps even triple, over the next fifty years. However, the safety of their use has recently been questioned due to the presence of heavy metal (Bedi *et al*., 2008).

Air pollution

Air is a resource that respects no man made boundaries. Approximately 95% of the atmosphere of the earth occurs in an 8-12 km layer surrounding the earth, termed the troposphere. Modern industrial society produces a large number of gases and particles in quantities to harm human, plant or animal life. Out of 23 mega and metro cities in India, Delhi is most polluted followed by Mumbai, Kolkata, Bangalore, Chennai, Kanpur, Ahmadabad, and Nagpur (CPCB 1995). Under the process of industrialization, events like expansion of cities, increase in traffic, rapid economic development and higher levels of energy consumption cause air pollution (Shilpa Shyam *et al*., 2006).

Definition

Pollution is defined as the introduction by man into the environment of substances or energy forms liable to cause hazards to human health, harm to living resources and ecological systems, damage to structures or amenity or interference with legitimate uses of the environment (Holdgate, 1979).

An appropriate definition of air pollutants is materials that occur in the troposphere in quantities in excess of normal amounts. These materials may be solid, liquid, and gaseous in character and they may result from both natural and human (anthropogenic) processes (Smith, 1981).

Major causes of air pollution are:

1- Population

2- Industries

3- Transportation

4- Vehicle population

5- Fuel (Gasoline, Diesel, Natural gas)

6- Exhaust emissions

7- Other sources (burning of solid waste…)

8- Natural sources:

Natural sources of air pollution are diverse and include volcanic and other geothermal eruption, forest fires, gases released from vegetation, wind blown soil and other debris, pollen, spores, and sea spray particles (Shilpa Shyam *et al*., 2006).

Major sinks for air pollutants

Component of the ecosystems of the earth that remove pollutants from the atmospheric compartment and store, metabolize, or transfer them may be termed "sinks". Soil and vegetation surfaces represent the major sink for pollutants introduced into terrestrial ecosystems. The transfer of contaminants from the atmospheric compartment to the surfaces of soil or vegetation is expressed as a flux (pollutant uptake) rate and is given as a weight of pollutant removed by a given surface area per unit time.

Heavy metals in urban environment

Metals are ubiquitous in the modern industrialized environment. Heavy metals like cadmium, iron, molybdenum, lead, nickel, tin and zinc are present in the environment in trace concentrations. These metals are universally present in soil, water, air and biota (Freedman, 1995). Many trace metals are present in leaded and unleaded petrol, diesel oil, antiwar substances added to lubricants, brake pads and tires and are emitted by vehicle exhaust pipes.

Accumulation of different metals by different plants was as follows: (Shilpa Shyam *et al*., 2006)

Pb- Amaltas>Gulmohar>Ashok>Neem>Mango>Peepal

Mn- Amaltas> Neem > Peepal > Mango > Gulmohar > Ashok

Fe- Neem> Amaltas > Ashok > Mango > Peepal > Gulmohar

Cd- Mango> Amaltas > Ashok > Neem > Peepal > Gulmohar

Cr- Neem > Peepal > Ashok > Amaltas > Mango > Gulmohar

Zn- Amaltas> Neem > Ashok > Mango > Peepal > Gulmohar

Cu- Gulmohar> Amaltas > Neem > Peepal > Ashok> Mango

CASE STUDIES

Zheljazkov *et al*. (1999) reported from their studies on heavy metal uptake by mint that essential oil content in the herbage of the three cultivars was not significantly affected by the heavy metal

concentration in soils. Yield of herbage obtained from plants grown on semi polluted soil were not significantly decreased compared to the control yield, i.e. the tested cultivars could be grown at this distance (3-6 km) from the smelter.

Measured Zn, Cu, Pb and Cd concentration in plants correlated to their concentration in soils. Higher concentrations were accumulated in plant roots and leaves and less in flowers and stems. In oil samples Cd was not detected, while the concentration of Pb was negligible. The concentration of the other measured heavy metals was much below the maximum acceptable concentration for respective elements in cooking oils (although essential oils can be hardly used as widely as the cooking oils). Obviously, heavy metals do not pass over to the essential oils during the process of steam distillation, oils are free of metals.

Zheljazkov and Nielsen (1996) had experiment on studies on the effect of heavy metals (cd, pb, cu, mn, zn and fe) upon the growth, productivity and quality of lavender (*Lavendula angustifolia* Mill.) production. As per the results, plants grown on the three Plots (heavily polluted soil, less polluted soil and control) contain significantly different amounts of Cd, Pb, Cu, Mn and Zn due to their concentration in the soils; however, no toxicity symptoms were observed. On the whole, higher concentrations of these elements were accumulated in plant roots and leaves and less in flowers and stems. The Pb and Zn concentration in the plant parts were higher in plant stem and leaves and less in flower and root. Lead is not easily taken up by plant roots. It is believed that 95% of the Pb concentration in plants was due to foliar uptake because the above-ground content of plant parts was higher than in the roots.

The concentration of heavy metals in each of the oil samples was very similar except for Cu which essential oil extract from plants in Cu polluted area contain higher amount of Cu compared to the control.

Soil and air heavy metal pollution did not affect the occurrence and duration of Lavender phenological stages, plant branching, the essential oil content, main chemical compounds of the oil, yields of fresh inflorescences and essential oil.

Studies on zinc and cadmium accumulation in *Hyssopus officinalis* L. and *Satureja montana* L. was conducted by Mugnai *et al*. (2006). They reported that plant biomass was not affected by any of the experimental treatments, for both species under consideration suggesting a lack of toxicity at the used concentrations.

Both species were able to extract and accumulate large amounts of the two metals, compared to the control. Cadmium was mainly stored in the roots, with significant increases from the lower to the higher substrate concentration (202 ppm in Hyssopus and 125 ppm in Satureja, at 108 ppm in the substrate). At the end of the experiment, total cadmium content was 5-6 times

higher at the highest cadmium concentration (108 ppm) compared to the 21 ppm treatment both in Hyssopus and Satureja. The addition of citric acid to the 21 ppm treatment had no effect in Hyssopus, but resulted in a significant increase of cadmium content, at 108 ppm in Hyssopus. In Satureja, the addition of the citric acid determined an increase of cadmium concentration in roots, for both the two concentrations in the substrate, and in leaves, for the 108 ppm treatment. In Hyssopus, zinc concentration increased almost exponentially, as a function of treatments, in all organs, with higher rates in roots; in fact, at 1400 ppm, zinc content was 12 fold higher in roots and 3.5 fold higher in leaves than in the 200 ppm treatment. For zinc, the ratio between the highest concentration treatment (1400 ppm) and the 200 ppm treatment was 4 times for Satureja and 7 times for Hyssopus. In Satureja, the raise of zinc concentration was compatively lower in leaves and shoots, with respect to Hyssopus. As a whole, Hyssopus was able to store higher amount of zinc than Satureja at 1400 ppm, in both the roots and leaves.

Jeliazkova and Craker (2000) conducted a survey on heavy metals and seed germination in alyssum, cumin and sage. As per the results in an environment with Cd, seed germination among the selected species was reduced only in cumin (88.6 %) with Cd 10 mg/l compared to the control. Root growth was apparently promoted by low levels of Cd in cumin, as root growth was 30 per cent higher in seedlings treated with Cd 6 mg/l as compared with control. In alyssum and sage, root growth was significantly reduced by Cd. In alyssum root growth was reduced by over 50 per cent.

Copper concentration of 60 mg/L had no effect on seed germination in cumin and sage while Cu concentration of 150 mg/L greatly reduced seed germination in these two species, 11.9 and 46.8 per cent of control, respectively. Root growth in all species was significantly reduced by both of the tested Cu concentrations.

Seed germination was greatly promoted in sage by both Pb levels (100 and 500 mg/L), as seed germination was 70 per cent higher as compared with controls. In alyssum, seed germination was not affected by Pb. Root growth among the tested species was highest in cumin (130.6 % compared to the control) with Pb 100 mg/L. In all other tested species, root growth was significantly reduced by both tested Pb levels. The most sensitive species to Pb regarding root growth was sage.

Zinc at both tested concentrations (400 and 800 mg/L) significantly promoted seed germination in sage and reduced seed germination in cumin, as compared with controls. Root growth in all species was reduced by both of the tested Zn concentrations. No differences in species sensitivity to Zn regarding root growth were observed.

Radanovic *et al*. (2002) reported from their studies on influence of some soil characteristics on heavy metal content in *Hypericum perforatum* L. and *Achillea millefolium* L. that heavy metal content in the herb mostly depended on soil reaction, for both analyzed species. Concentration of Mn, Zn and Ni in the herb decreased linearly with the increase of soil pH, while Cd concentration decreased exponentially.

Content of element in plant	Correlation coefficient ®			
	Soil pH	Humus content in soil	Available content in soil	Total content in soil
***Hypericum perforatum* L.**				
Mn	-0.66*	n.s.	n.s.	0.75*
Zn	-0.62*	n.s.	n.s.	n.s.
Cu	n.s.	n.s	n.s.	n.,s.
Pb	n.s.	n.s.	0.56*	n.s.
Ni	-0.80***	n.s.	n.s.	n.s.
Cd	-0.58*	n.s.	n.s.	n.s
***Achillea millefolium* L.**				
Mn	-0.62*	n.s.	n.s.	n.s.
Zn	-0.71*	n.s.	n.s.	n.s
Cu	n.s.	n.s.	0.76*	n.s.
Pb	n.s.	n.s.	0.89**	0.82**
Ni	n.s.	n.s.	0.65*	0.70*
Cd	-0.77	n.s.	n.s.	n.s.

***- significant at probability level 0.05, **- significant at probability level 0.01, ***- significant at probability level 0.001, n.s.- not significant**

Table 13. Correlation coefficients between heavy metal content in the soil and plant material (Radanovic *et al*., 2002).

Total heavy metal content in a soil is not good indicator for their possible accumulation in the plants. In this research correlation coefficients between total heavy metal content in the soil and their content in the plants were not obtained. Positive linear correlation coefficients between heavy metal content in the Achillea herb and the available amounts in the soil were obtained for Cu, Pb and Ni, and for the Pb in the Hypericum herb. Content of Mn and Zn in both analyzed species had negative correlation coefficients with soil pH. This is not unexpected since Mn and Zn availability is higher under low pH conditions due to higher solubility of their compounds. Exponential dependence found for Cd refers to the greater influence of soil pH on the Cd uptake, as compared with other investigated elements. Cd content in Hypericum was mostly above limit

of 0.5 ppm when soil pH was lower than 5.9. For yarrow, Cd content in the herb was above limit (0.3 ppm) when soil pH was lower than 5.1 .

Dependence of Ni content in the herb on soil pH was found for Hypericum, since Ni content in the herb was higher than its natural level for plant material (0.1 – 5 ppm) when soil pH was less than 5.5 . The higher content of this element in plants was found even at soil pH > 7.0, which points to the greater influence of genetic tendency of that species for Ni uptake, comparing with soil composition. For yarrow, dependence of Ni content in the herb on soil pH was not obtained, although Ni content in almost all analyzed plant samples was higher then 5 ppm.

CONCLUSION

► Heavy metal uptake by plants is a complex process, governed by the numerous factors influencing each other, plant species, genotype, availability and mobility of the metals in a soil, and soil properties, such as : pH, organic matter, clay content, etc. Knowledge of the influence of soil properties on the heavy metal uptake could be very useful when a choice of growing site or possible agro techniques are issued for cultivation of these plants.

► Research has shown that heavy metals accumulated by aromatic plants do not appear in the essential oil and that some of these species are able to grow in metal contaminated sites without significant yield reduction (*Lavendula angustifolia, M. piperita* and *M. arvensis*) so they could be used as alternative for other edible crops on heavy metal polluted soils.

► During the distillation process, some of the elements (Cd, Pb and Zn) may have passed into the water so wastes are rich of heavy metals and harmful.

► Some aromatic plants appear to be a good choice for phytoremediation, such as *Hyssopus officinalis* L., *Satureja montana* L., *Hypericum perforatum* L. and *Achillea millefolium* L.

► Roots are the primary plant organs that sense, become in contact with, and accumulate heavy metal(s) from the substrate. Root growth has been proven to be an indicator of metal tolerance in plants (Wilkins, 1978).

► In the present study, both tested levels of Pb and Zn significantly promoted seed germination in sage.

REFERENCES

Bedi, S., Tabuja and Vyas, S. P. 2008. Aromatic and essential oil plants. Pub: AGROBIOS (INDIA). PP: 3-20.

CPCB, 1995, Ambient Air Quality Status and Statistics: 1993-1994, *National Air Quality Monitoring* (NAQM)/2/1995-96.

Freedman, B. 1995. Enironment ecology (2nd Edition), New York, London Academic press.

Holdgate, M. W., 1979. A perspective of environmental pollution. Cambridge University Press, Cambridge.

Jeliazkova, E. A. and Craker, L. E. 2000. Heavy metals and seed germination in some medicinal and aromatic plants. *Proc. I st Conference on MAPs of Southeast European Countries*. Arandjelovac (FR Yugoslavia), 2000, pp: 126-130.

Mugnai, S., Azzarello, E., Pandolfi, C. and Mancuso, S. 2006. Zinc and Cadmium accumulation in *Hyssopus officinalis* L. and *Satureja montana* L. Proc Ist IS on Labiatae. *Acta Hort.* 723, pp: 361-366.

Radanovic, D., Antic-Mladenovic, S. and Jakovljevic, M. 2002. Influence of some Soil Characteristics on Heavy Metal content in *Hypericum perforatum* L. and *Achillea millefolium* L. Proc. Int. Conf. on MAP. *Acta Hort*. 576, pp: 295-301.

Shilpa Shyam, Verma, H. N., and Bhargava, S. K., 2006. Air pollution and it's impacts on plant growth. New India Publishing Agency, Pitam pura, New Delhi, 249.

Smith, W. H.,1981. Air pollution and forests (Interactions between air contaminants and forest ecosystems). Pub: Springer-Verlag New York, Heidelberg Berlin.

Zheljazkov, V. D., Jeliazkova, E. A. and Craker, L. E., 1999. Heavy metal uptake by mint. Proc. WOCMAP-2. *Acta Hort.* 500, pp: 111-117.

Zheljazkov, V.D. and Nielsen. N.E. 1996. Studies on the effect of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Mn, Zn, and Fe) upon the growth, productivity and quality of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) production. *J. Essent. Oil Res*. 8: 259-274.

EVALUATION OF PROTECTIVE EFFECT OF OCIMUM SANCTUM (TULSI) LEAVES AGAINST ATORVASTATIN INDUCED RHABDOMYOLYSIS AND OXIDATIVE STRESS IN ALBINO RABBITS

Dr. Muhammad Naeem FAISAL
Institute of Physiology and pharmacolog,y, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
ORCID ID: 0000-0001-6448-9325
Nabeel AHMAD
Alishbah ROOBİ, Jawad ASLAM
Usman HAİDER, Najeeb Ullah KHAN
Institute of Physiology and pharmacology, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
Aiza Kamal KHAN
Istitute of Physiology and pharmacology, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Dyslipidemia is the imbalance of blood lipids levels and is the one of the major causes of Cardiovascular diseases (CVDs). Atorvastatin is competitive inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A (HMG-CoA) reductase and is commonly prescribed drug for Dyslipidemia. Rhabdomyolysis due oxidative stress is the adverse effect seen if Atorvastatin is used for prolonged time. *Ocimum sanctum* (Tulsi) leaves aqueous extract possesses anti-oxidant properties. This study was designed to assess the potential anti-oxidant and myoprotective effects of aqueous extract of *Ocimum sanctum* as a therapy for Rhabdomyolysis due to Atorvastatin. Forty-two adult rabbits were divided into seven groups with six animals in each group. Followings treatments were given through intragastric route daily. Group 1: Control group with routine diet. Group 2: Untreated Control I on atorvastatin (200mg/kg body weight); Group 3: Untreated control III *Ocimum sanctum* leaves aqueous extract (300mg/kg body weight); Group 4: Treated group I on atorvastatin (20mg/kg body weight) plus *Ocimum sanctum* leaves extract (150mg/kg body weight); Group 5: Control treated group on atorvastatin (20mg/kg body weight) plus Silymarin (standard anti-oxidant) (200mg/kg body weight); Group 6: Group 1 treated on atorvastatin (20mg/kg plus *Ocimum sanctum* leaves aqueous extract (150mg/kg body weight); Group 7: Group II treated atorvastatin (20mg/kg body weight) plus *Ocimum sanctum* leaves aqueous extract (300mg/kg body weight). For biochemical analysis, blood sampling was done at day 0, 14 and 28. Histopathology of rabbits skeletal muscles was done and studied. Marked elevation of blood Creatine kinase, Potassium, Phosphate, Uric acid and decrease in serum Calcium levels were evidenced in in Atorvastatin induced Rhabdomyolysis. *Ocimum sanctum* leaves aqueous extract showed anti-oxidative properties and alleviated the Atorvastatin induced hematological as well as skeletal muscle changes. Histopathological studies of skeletal muscle samples confirmed the Myoprotective potential of

Ocimum sanctum aqueous leaves extract. Animals treated with high doses of *Ocimum sanctum* aqueous extract demonstrated less toxicity as compared to animals treated with low doses of Atorvastatin treated animals.

Keywords: Dyslipidemia, Atorvastatin, Ocimum sanctum leaves aqueous extract, Myoprotective potential, hematology,

ANALYSIS OF FISHING TECHNIQUES IN SMALL-SCALE CAPTURE FISHERIES AT LABUHAN MARINGGAI, EAST LAMPUNG

Sahda SALSABILA
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Abdullah Aman Damai SUPONO
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, University Lampung
Endang Linirin WIDIASTUTI
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung
Henky MAYAGUEZZ
Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung
Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, University Lampung

ABSTRACT

Small-scale capture fisheries have the characteristics of a fishing fleet unit with a maximum size of 10 GT, limited capture fisheries operations, and the fishing ground near from the coast. Capture fisheries in Labuhan Maringgai, East Lampung, are still dominated by small-scale fisheries. East Lampung Regency has a fishery production of 49,781 tons, it has the potential as a Minapolitan area. The enhancement of fishing activities can lead fish production to rise. It is feared that increasing pressure on fishing will affect the sustainability of fishing activities (overfishing). Therefore, it is important to utilize fish resources optimally and sustainable by applying the principle of responsible fisheries with ecosystem approach through fishing techniques aspects. This research aims to analyze fishing techniques in small-scale capture fisheries activities at Labuhan Maringgai. It was conducted on July to August 2022 at Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai, East Lampung. The method used in this research is using EAFM (*Ecosystem Apporach to Fisheries Management*) in fishing techniques aspects. Fisheries logbooks and the report from fisheries surveillance are used as data collection. Data analysis was carried out by using EAFM indicator analysis. The indicators for fishing techniques are destructive or illegal fishing methods, fishery capacity and fishing effort, and capture selectivity. Based on the results, a score of 2 (5-10 cases in one year) on indicators of destructive or illegal fishing methods indicates that there are still vessels using prohibited fishing gear. Management improvement actions for this case are by increasing supervision and law enforcement.

The score for Fishery capacity and fishing effort is 3 (fishery capacity ratio is more than 1). Capture selectivity show score 3, which means most of small-scale fisheries use selective or environmentally friendly fishing gear. Final result for fishing technique aspect is medium.

Key Words: EAFM, small-scale capture fisheries, sustainability

CHECKLIST OF BIRD SPECIES IN THE KOTTAPUZHA ESTUARY, KERALA, INDIA

MSc. CBiol.MRSB
Department of Zoology, Bangalore University, Bengaluru, India
Vidya PADMAKUMAR
Department of Zoology, Bangalore University, Bengaluru, India.
ORCID ID: 0000-0002-3830-4232

ABSTRACT

Between June 2018 and June 2019, a survey was conducted in the Kottapuzha basin in Kerala's Kozhikode region, India. There were 50 winter migrants, 36 residents, 18 local migrants, and 8 vagrants among the 112 bird species observed. The Darter (*Anhinga melanogaster),* the Oriental White Ibis (*Threskiornis melanocephalus*), and the Black-bellied Tern (*Sterna acuticauda*) are Near Threatened among the bird species documented from the region. The region deserves a substantial conservation grade due to the diversity, richness, and taxa of ecological importance it sustains. The region's rich and unaltered avian population was evident from an assessment of the ecosystem. In-depth research must be undertaken to comprehend the complex mangrove environment.

Keywords: Kottapuzha estuary; *Threskiornis melanocephalus;* Darter; mangroves

DIVERSITY OF INDOOR MOLDS IN SPIDER WEBS - A NATURAL TRAP

Dr. S. BHUVANESWARİ
Department of Botany, Bharathi Women's College, University of Madras, Broadway, Chennai 600108, India
S. RAJESHWARİ
R and D, Marina Labs, Nerkundram, Chennai 600107, India
Dr. N. K. Udaya PRAKASH
Department of Biotechnology, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, India
ORCID ID: 0000-0003-2489-7118

ABSTRACT

The airborne fungi in general cause many implications on living beings including plants and animals. They are found to serve as a toxigenic, pathogenic and allergenic ones depending on the deposition. They play a major role as an allergen when inhaled and serve as a potential pathogen if the plant host is suitable and as a saprophyte if they deposit on dead leaves or debris. Thus a knowledge on general airspora of any environment will be better so as to prevent to its exposure. The airborne fungi are found to deposit on many surfaces including leaves, litter etc., They are also found to get trapped in few natural traps like web worm web, wasp net, insect nests, birds nests etc., Spider web is one such beautiful natural trap, where even the airborne spores get trapped due to their adherence nature of spider web. In this study, the spider web of 50 residences were collected and studied for the presence of indoor molds. The sample was collected using a sterile swab and diluted serially. The indoor molds were isolated using potato dextrose agar. A total of 1685 colonies were isolated from 50 spider webs. The identified colonies were classified up to species level based on their macroscopic and microscopic morphological features. The colonies isolated were classified into 23 different species of fungi belonging to 15 genera. Among the species isolated, 4 species belongs to Zygomycota, 1 species to Ascomycota and the remaining 18 species to Mitosporic fungi of which 1 species belongs to Coelomycetes and the remaining 17 species to Hyphomycetes. Among the genus isolated *Aspergillus* was represented by 8 species, followed by *Penicillium* 2 species all the other genera were represented by single species. *A.niger* was found to be dominant among the fungi isolated from spider web with the percent contribution of 56.6% to the total followed by *A. flavus* with percent contribution of 29.7% to the total. The study revealed spider web as an excellent indicator to learn about the indoor molds.

Keywords: Fungal Diversity, Indoor molds, Spider web, Natural Trap, *Aspergillus, Penicillium*

NUTRITIONAL QUALITY AND FUNGAL CONTAMINATION OF TIGER NUTS (*Cyperus esculentus* L.)

Garuba, T.*
Department of Plant Biology, University of Ilorin
Dosumu, I.O.
Department of Plant Biology, University of Ilorin
Abidoye, J.A
Department of Plant Biology, University of Ilorin
Garba, S.A.
Department of Integrated Science, Federal College of Education, Pankshin

ABSTRACT

Tiger nut is very nutritious and commonly sold on the streets usually in uncovered wheelbarrows that are exposed to atmospheric elements. Contamination of tiger nut easily occurs and is often undetected before they are consumed. Therefore, this study elucidated the nutritional values of two varieties of tiger nut and identified their possible fungal contaminants. Two varieties of dried tiger nut; yellow (YTN) and brown (BTN) were obtained from Ipata market in Ilorin, Kwara State, Nigeria. Proximate analysis was carried out on the samples using the methods described by Association of Official Analytical Chemist. Mineral analysis was also carried out to determine the amount of Na, Ca, Fe, P, Zn, Mg and K present. Vitamins A, C and Beta-carotene were estimated using spectrophotometric method. Direct plating method was used to isolate fungal contaminants from the samples and the isolates were identified using both macromorphological and micromorphological features. Amounts of carbohydrate and protein in YTN were higher than that of BTN with lower lipid. BTN had lower Na, Ca, P and Zn than YTN while Fe, Mg and K were higher. YTN was found to be richer in vitamins A and C. The amounts of Beta-carotene present in yellow and brown tiger nut were 0.07 and 0.08mg respectively. *Aspergillus niger, Aspergillus flavus and Rhizophus stolonifer* were the major fungal contaminants isolated from the two varieties.

Keywords: Fungal isolates, Minerals, Morphology, Proximate, Tiger nut

THE CHARACTERİZATION OF MENTAL HEALTH IN TRANSGENDERS ACROSS LIFE SPAN

Aqsa REHMAN
University of Lahore Pakistan
Mamoona MUSHTAQ
University of Lahore Pakistan

ABSTRACT

To study the examined the association of characterization of mental health in transgenders across life span. Correlation research design was used. Total sample was 300 between ages 16 to 50. Warwick Edinburgh Mental Health Well Being Scale (WEMWBS), Depression Anxiety Stress Scale (DASS), Brief Resilience Scale (BRS), Adult Hope Scale (AHS) and Multidimensional Scale Perceived Social Support (MSPSS) were used as measurement tools. Significant positive correlation of family system ($p<.001$), income ($p<.00$), age category ($p<.001$), Brief resilience ($p<.000$), Mental health wellbeing ($p<.002$). It indicated that age category, family system and income affect the mental health of transgenders. The present study investigated that there is negative relationship between resilience and mental health wellbeing and also negative correlation between resilience and DASS. The current study also investigated that there is positive relationship between resilience and Adult hope and significant positive relationship between mental health and social support. This present study explores that transgenders have mental health problems because they don't receive family support as well as society also doesn't accept them. This leads them to increase in mental health problems across their lifespan. Results suggest transgenders have mental health problems. They need to cope with problems.

Key Words: Mental health, Characterization; Transgenders, Life span

NOVEL DIAGNOSTIC BIOMARKERS FOR PROSTATE CANCER

Ms. IQRA
Lecturer, Faculty of Science, Department of Biochemistry, *St. Mary's College* of Education & Advance Studies, Gujranwala,
ORCID ID: 0000-0002-7811-3107
Rimsha Zahid MUHAMMADİ
St. Mary's College of Education & Advance Studies, Gujranwala

ABSTRACT

With the development of novel, potent biomarkers, the detection and treatment of prostate cancer could be considerably improved in several areas. The prostate-specific antigen (PSA) has a number of flaws that make it a poor biomarker, including its inability to distinguish between benign prostatic hyperplasia and cancer or between slow-growing and fast-growing tumours, which can result in overtreatment, particularly unneeded biopsies. Additionally, PSA frequently miscalculates the precise patient population that is responsive to a particular therapy. However, urologists only regularly employ PSA, the only prostate cancer biomarker. Here, we present updated data on the most pertinent of the additional prostate cancer biomarkers that are currently being used or being developed. Recent research compares total PSA (tPSA) or free PSA (fPSA) with new, related markers such as prostate cancer antigen (PCA)3, individual molecular forms of PSA (proPSA, benign PSA, and intact PSA), and kallikreins other than PSA and shows improvement over PSA alone. The use of the fusion gene TMPRSS2:ERG and various forms of the urokinase plasminogen activation receptor has also yielded promising results. Early PCA had high hopes at first, but the data were not reproducible, so research on early PCA was halted. There is still a lot of work to be done before any of these biomarkers can be fully validated and accepted.

Keywords: Human mammary epithelial cells, Phosphocholine, Breast cancer, Molecular Biomarkers

CORONAVIRUS DISEASE PATHOGENESIS (COVID-19): EVALUATION AND PREVENTION

Iqra Amjad SADDİQUİ
University of Gujrat, Faculty of Science, Department of Biochemistry and Biotechnology, Gujrat, Pakistan
ORCID ID: 0000-0002-7811-3107
Sadam Hussain SİDDİQUİ
University of Agriculture, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Faisalabad, Pakistan
Dr. Kashif JİLANİ
University of Agriculture, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Humans are now being affected by the severe acute respiratory sickness caused by the 2019 coronavirus disease (COVID-19). Since its initial discovery in Wuhan, China, in December 2019, it has rapidly spread over the world. The World Health Organization (WHO) named the new epidemic disease Coronavirus Disease after the virus that causes severe acute respiratory syndrome (SARS-CoV-2) (COVID-19). With more than three million confirmed cases and over 244,000 fatalities worldwide, COVID-19 is becoming more common. There isn't presently a specific COVID-19 medication or vaccination available. In order to manage and reduce human transmission of the virus in the absence of pharmacological interventions, it will be crucial to apply safety precautions and hygienic practices. We cover the epidemiology, transmission, signs, and symptoms of this condition in this review, as well as potential methods for stopping the spread of this deadly coronavirus.

Keywords: Corona Virus, Severe Acute Respiratory Syndrome, Pathogenesis

METABOLIC AND MOLECULAR BIOMARKERS IN DIAGNOSIS OF BREAST CANCER DEVELOPMENT

IQRA
University of Gujrat, Faculty of Science, Department of Biochemistry And Biotechnology, Gujrat, Pakistan
ORCID ID: 0000-0002-7811-3107
Iqra ISHAQ
St. Mary's College of Advance Studies, Gujranwala, Faculty of Science, Department of Biochemistry
Dr. Kalsoom SUGHRA
Asistant Professor, University of Gujrat, Faculty of Science, Department of Biochemistry And Biotechnology, Gujrat, Pakıstan

ABSTRACT

The development of metabolic and molecular markers that aid in the detection and diagnosis of breast cancer is an important goal to attain. It has been shown that a strong composite-choline signal in the magnetic resonance spectra of breast lesions can increase the precision of the diagnosis of breast cancer. In this analysis, we identified the key molecular and physiological processes that induce choline metabolism and phosphocholine buildup in human breast cancer cell-lines in compared to healthy human mammary epithelial cells. The expression of two specific choline transporters—organic cation transporter-2 and choline high affinity transporter-1-as well as the enzyme choline kinase was shown to be upregulated in malignant cells compared to normal mammary epithelial cells. Similar amounts of normal and malignant cells expressed choline transporter like-1, organic cation transporter-1, and choline kinase. We also discovered that choline transport rates and choline kinase activity rose severalfold in cancer cells, resulting in an increase in phosphocholine. The findings overwhelmingly support the idea that phosphocholine may be used as a biomarker for breast cancer, reflecting the overexpression of particular choline transporter and choline kinase genes. These findings strongly imply that the presence of elevated phosphocholine in proliferating breast cancer cells reflects activation of particular choline transporter and choline kinase genes and may function as a biomarker of breast malignant transformation.

Keywords: Human mammary epithelial cells, Phosphocholine, Breast cancer, Molecular Biomarkers

THE MHD CASSON-NANOFLUID FLOW OVER AN EXTENDED NON-LINEAR SURFACE IS IMPACTED BY BROWNIAN MOTION AND THERMOPHORETIC EFFECTS

C.MOHANTY, G. MAHANTA, C. PARIDA, M.K. NAYAK
Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India
S. SHAW
Department of Mathematics and Statistical Sciences, Botswana International University of Science and Technology, Private Bag 16, Palapye, Botswana

ABSTRACT

The study highlights a rising number of fluids such as nanofluids that encountered in daily life exhibit non-Newtonian behavior and it is exploited in manufacture due to their high heat transfer rate becoming more and more important as time goes on. Brownian motion provided by the bombardment of fluid particles from the surrounding medium. In this article, we address the influence of the Brownian motion with thermophoresis on the flow of Casson-magnetohydrodynamics nanofluid flow over a non-linear stretching surface have analysed. Impact of the viscous dissipation, heat absorption and suction introduce in the system. Using proper similarity conversion, the controlling PDEs turned into ODEs. The conversion governing equations of first-order ODEs are solved numerically by utilizing an explicit finite difference technique. The similarity equations elucidated in the view of shooting technique and used with software package bvp4c MATLAB. The flow velocity, temperature and concentration followed up with the nonlinearity nature and the influence results are displayed in graphical form. The outcomes of skin frictions, Nusselt and Sherwood numbers are summarized for various leading parameters are in the form of table. Activation energy enhanced the mass transfer rate. However, a reverse phenomenon detected with the higher value of chemical reaction parameter. According to the results of the simulation, the skin friction decreased with the Casson and permeability parameters, while the heat transmission remain constant with the increased values of the constants.

A SHORT REVIEW ON NATURAL REMEDIES, THEIR IMPACT ON THE SARS-COV-2 VIRUS, AND THEIR VALUE AS STARTING POINTS FOR THE DEVELOPMENT OF COVID-19 THERAPY MEDICATIONS

K. R. PADMA
Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP.
ORCID ID:0000-0002-6783-3248
K. R. DON
Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil
ORCID ID:0000-0003-3110-8076

ABSTRACT

Almost 200 nations and territories were affected by the spreading coronavirus disease (COVID-19). According to genomic research, in December 2019 at the Wuhan seafood market in China, the COVID-19 virus began in bats and spread to people by way of unidentified intermediate hosts. Because of its resemblance to the SARS-CoV from 2003, this virus was given the designation SARS-CoV-2. It is a member of the Betacoronavirus group. Several doctors and scientists are looking into previously utilised clinical medications for COVID-19 treatment due to the lack of approved clinical therapies or vaccines. The SARS-CoV-2 virus has a severe impact on the immune system, triggering signaling pathways involved in inflammation and producing inflammatory cytokines. The Spike (S) protein, the major protease (MPro), which is a chymotrypsin-like and RNA-directed RNA polymerase are all similar components that may serve as targets that SARS-CoV-2 shares with other coronaviruses, particularly SARS-CoV and MERS-CoV. (RdRp). Traditional herbal remedies, nutritional supplements, and foods containing natural ingredients have been shown to have effect against SARS-CoV-2 by influencing cytokine production, altering cell signaling pathways relevant to inflammation, and even directly interacting with the virus's targets. This has been proven through the use of in silico molecular docking studies that calculate binding strength, cytopathic effect testing, and) experiments. The most frequent components identified in TCM include glycyrrhizin, flavonoids like quercetin, kaempferol, and baicalein, as well as other polyphenols. These substances affect inflammatory and cell signalling pathways, bind viral targets, and exhibit beneficial effects against SARS-CoV-2. However, it is challenging to determine their true utility in the treatment of COVID-19 because of the bioavailability of these natural components and their dependence on one another in extracts.

Consequently, by using standardised combinations of particular doses, well-designed clinical trials, and rational medication creation based on natural products, more can be learned.

Keywords: Cell signalling pathways, SARS-CoV-2, Protease (CLPro), fluorescence resonance energy transfer (FRET). RNA-directed RNA polymerase

HATE & OFFENSIVE SPEECH DETECTION

I. V. N. MAHATHI
Artificial Intelligence and Data Science RMK Engineering College, Thiruvallur, India
Magham SRAVYA
Artificial Intelligence and Data Science RMK Engineering College, Thiruvallur, India

ABSTRACT

Nowadays there is a rapid growth in the usage of the social networking sites which are becoming the most used communication platform in the world such as instagram, facebook, twitter, etc. With the increasing in the usage comes the advantages to share our thoughts more freely and also the disadvantage of misusing the platform causing cyber conflicts between people where hate and offensive speech is being used to do the task. Hate speech refers to the use of aggressive, violent or offensive language, targeting a specific group of people sharing a common property, whether this property is their gender, their ethnic group or race or their beliefs and religion. While most of the online social networks and microblogging websites forbid the use of hate speech, the size of these networks and websites makes it almost impossible to control all of their content. So, it has become a necessity to detect such speeches automatically and also to report and delete them. We are proposing a method to detect hate and offensive speech on such platforms. This approach is based on the n gram patterns that are detected automatically based on the training dataset.

Keywords- Social media network, Abusive language, Hate speech, offensive words, Sentimental analysis

BENZOTHIAZINES: SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITIES

Matloob AHMAD, Ayesha RAFIQ, Sana ASLAM
Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

A multistep reaction was operated to synthesize a new series of twenty-one *N*'-substituted-benzylidene-2-(4-methyl-5,5-dioxido-3-phenylbenzo[*e*]pyrazolo[4,3-*c*][1,2]thiazin-1(4*H*)-yl)acetohydrazides under conventional thermal method, microwave irradiation technique, and ultrasonic bath. The high yields were obtained by using microwave irradiation technique. This novel series was evaluated for their biological evaluation. Among the synthesized derivatives, a number of compounds displayed good to potent biological activities. X-ray crystallographic study was also carried out to analyze the structural layout. All the newly synthesized derivatives were characterized by using analytical techniques such as ^{1}H-NMR, ^{13}C NMR, IR and mass spectrometry. The structure-activity relationship (SAR) performed on these active compounds would be helpful for the synthesis of new biologically active compounds.

Keywords: Pyrazolobenzothiazine synthesis, Biological activity, Molecular docking.

DEVELOPMENT OF RADIOLABELED IMAGING AGENT FOR NUCLEAR MEDICINE PROCEDURES

Tahseen ABBAS
Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVİ
Research Laboratories of Chemistry Department, Government College University Faisalabad, Pakistan.

ABSTRACT

The purpose of this work is to label the cefditoren with ^{99m}Tc to treat and diagnose deep-seated infections, to synthesize the ZnO nanoparticles and to check the antioxidant activities of nanoparticles. The yield of ZnO nanoparticles before treatment with HNO_3 solution was 40 % and after treatment with HNO_3 solution was 47 %. In FRAP assay, the range of % inhibition of ZnO nanoparticles was noted between 0.01 to 26.8 %. The % inhibition of sample were decreased as the concentration of sample decreased. ZnO nanoparticles of selected medicinal plant's seeds showed the total phenolic contents in the range of 1.053±1.234 to 1.735±3.148 mg GA/ 100g of ZnO nanoparticles after treatment with HNO_3 solution and 0.5895±2.0025 to 0.9975±1.175 mg GA/100g of ZnO nanoparticles before treatment with HNO_3 solution. The optimized parameters such as amount of reducing agent, concentration of cefditoren, reaction time and pH was studied on the labeling yield of ^{99m}Tc-cefditoren complex. The labeling yield of the desired complex was almost 88 % by using 1 mg of cefditoren; 100 µg $SnCl_2.2H_2O$ at pH 5 and 40 min reaction time. Radiolabeled complex was characterized by using instant thin layer chromatography. Biodistribution was also study in both normal and infected mice with *Staphylococcus aureus* bacteria. Both thighs of the infected mice were dissected and T/NT ratio for ^{99m}Tc-cephradine complex were 1.07 ± 0.42 and 3.56 ± 0.76 after one and four hour of post injection.

Keywords: FRAP assay, ZnO nanoparticles, cefditoren, ^{99m}T, labeling, Biodistribution, *Staphylococcus aureus*.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF SOME BIOLOGICAL ACTIVITY OF NEW [1,2,3]-TRIAZOLE-CHALCONE DERIVATIVES

Nehakumari N. Gohil
M. K. Amin Arts and Science College & College of Commerce, Padra, The M. S. University of Baroda, Vadodara-391440, Gujarat, India,
ORCID ID: 0000-0002-9263-1082

ABSTRACT

In drug discovery process, Heterocycles are common structural units in marketed drugs and in medicinal chemistry targets. Nitrogen-containing rings especially play an important role in drug development because of their wide variety of therapeutic and pharmacological properties [1]. Triazoles in particular, [1,2,3]-triazoles and their derivatives have attracted great interest due to their wide range of biological activities, such as antimicrobials, analgesics, anti-inflammatories, local anesthetics, anticonvulsants, antineoplastic, antimalarial, antileishmania [2], antivirals, and anticancer among others [3]. In addition to above biological activities certain [1,2,3]-triazoles are also known for their fungicidal and plant growth regulator properties and are used as agrochemicals. Certain triazole derivatives are also reported to be used in industry as dyes, corrosion inhibitors and photo stabilizers [4].

Chalcone derivatives containing α,β-unsaturated carbonyl have a wide range of biological activities in medical and pharmaceutical drugs such as, antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, anticancer, antidepressant, antiprotozoal (trypanocidal and leishmanicidal), antiviral, antimalaria, antioxidant, among others [5].

Considering the importance of [1,2,3]-triazoles and chalcone derivatives, in the present article we report the synthesis, characterization and biological evaluation of some new [1,2,3]-triazole containing various chalcone derivatives. [1,2,3]-triazole chalcones, 1-(5-methyl-1-phenyl-1*H*-1,2,3-triazol-4-yl)-3-arylprop-2-en-1-ones were synthesized by reaction of various 1-(5-methyl-1-phenyl-1*H*-1,2,3-triazol-4-yl)ethan-1-ones and substituted aryl aldehydes in the presence of solution of sodium hydroxide in ethanol at 0-10°C to room temperature for 5-8 hrs.

Keywords: Triazole, Chalcone, Characterization, biological evaluation

MOLECULAR DYNAMICS, ADMET, QSAR MODELING USING GAUSSIAN PROCESS APPLIED FOR A SERIES OF FLAVONOIDS AS POTENTIAL ANTIOXIDANTS

Prof. Dr. Salah BELAIDI
Mohamed Khaidhar University, Biskra
Dr. Yassmine CHENNAI
Mohamed Khaidhar University, Biskra

ABSTRACT

For decades, flavonoids have been the core of diverse research, especially for their significant antioxidant activity. They have several biological activities, and they are used as anticancer, antileishmanial, anti-inflammatory, and antiaging compounds. However, current researchers are very much interested in the antioxidant activity of flavonoids since oxidative stress is strongly related to several diseases. In this study, we have chosen to elaborate on a quantitative structure-antioxidant activity relationship (QSAR) using a statistical method called Gaussian process (GP). The main advantage of this method compared to other techniques currently used in QSAR studies is that it does not increase the complexity of learning tests. Typical QSAR studies use common techniques such as the artificial neural method, multiple linear regression, and partial least squares regression. The aim of this work was to use a statistical technique little known in pharmaceutical chemistry, the Gaussian process regression which is rarely used to build a QSAR model. Finally, we have also demonstrated that GP is reliable and capable of predicting the antioxidant activity with a respectable record (R^2_{pred}) which is equal to 0.86, so it is much higher than the reference value of 0.6. Therefore, we estimate that this reliable model can be used

to predict the antioxidant activity of a series of new molecules. Also, based on the HC results, our set was divided into four separate clusters according to the presence of glycosides and the molar weight of the flavonoids.

Keywords: Flavonoids, Antioxidant, QSAR, Gaussian process, PCA, HCA.

ZAKAT DISTRIBUTION AND ITS IMPACT ON POVERTY ALLEVIATION

Nabila Meca ASRI
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0001-3184-1828
Nabila Suci RAHMADANI
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0000-2283-8769
Arina MANASIKANA
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0002-9784-4033

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Zakat is one of the most important instruments in the Islamic financial system, serving a dual role as a religious obligation and an economic distribution mechanism to reduce social inequality. In Indonesia, with its Muslim-majority population, the potential of zakat is highly significant and can be a strategic tool for poverty alleviation. However, the effectiveness of zakat distribution is often influenced by management, governance, and public awareness. The purpose of this study is to analyze how well-targeted zakat distribution can generate a real impact on poverty alleviation, as well as to identify the supporting and inhibiting factors that affect its effectiveness.

Materials and Methods: This study adopts a qualitative approach through literature review based on journals, scientific articles, reports from zakat institutions, and official statistical data related to zakat distribution and poverty rates in Indonesia. The analysis was carried out using a descriptive-analytical method to illustrate the distribution patterns of zakat and their impacts on beneficiaries. A comparative approach was also employed by examining the differences between consumptive zakat distribution and productive zakat distribution.

Results: The findings indicate that well-managed zakat distribution significantly contributes to the improvement of beneficiaries' welfare. Consumptive zakat distribution is proven to fulfill basic needs, but its impact tends to be short-term. Meanwhile, productive zakat distribution, in the form of business capital, skills training, and economic empowerment, has a more sustainable long-term effect. Data from several national zakat institutions show that the implementation of productive zakat programs has succeeded in increasing beneficiaries' income and even transforming some recipients from mustahik (beneficiaries) into muzakki (zakat payers).

Discussion and Conclusion: These findings affirm that zakat distribution plays a crucial role in reducing poverty levels when managed with the right strategy. Key supporting factors include

transparency, accountability, innovative empowerment programs, and collaboration between zakat institutions, the government, and society. However, challenges remain, such as low zakat literacy, limited mustahik data, and a lack of public participation in channeling zakat through official institutions. Therefore, it is necessary to strengthen zakat governance through digital technology to ensure more accurate targeting, as well as to enhance public awareness about the importance of organized zakat distribution. Consequently, zakat should not only function as temporary social assistance but also as a sustainable economic transformation instrument for poverty alleviation.

Keywords: Zakat, Distribution, Poverty Alleviation, Islamic Economics, Empowerment

THE MEANİNG OF PUBLİC OPEN SPACES AS A MEANS OF SOCİAL INTERACTİON FOR URBAN COMMUNİTİES

Diva Eka SAPUTRI
Sharia Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0003-1046-3746
Nabila Yumna SULTHANA
Sharia Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0005-4549-7940
Irma Dwi MULYANTİ
Sharia Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: 0009-0001-0324-5375

ABSTRACT

Public open spaces have a strategic position in urban communities, which are characterized by high mobility, busy economic activities, and limited space for interaction. This study aims to explore the meaning of public open spaces as a means of social interaction for urban communities using a qualitative approach. Data were obtained through in-depth interviews and participatory observation in a number of public spaces in urban areas. The results show that public open spaces are not only seen as places for recreation, sports, or physical activities, but also as social arenas that bring together individuals from diverse social, economic, and cultural backgrounds. The existence of these spaces enables cross-class interactions, strengthens social networks, and fosters a sense of togetherness amid the trend of individualism in modern life. In addition, public open spaces are interpreted as symbols of openness and inclusiveness that accommodate various forms of activities, both formal and informal, such as community meetings, social discussions, art performances, and creative economic activities. Thus, public open spaces have a broader meaning, namely as a medium for shaping social cohesion and the collective identity of urban communities. This study emphasizes the importance of managing public spaces with a focus on social interaction in order to support sustainable and equitable urban development.

Keywords: Public Open Spaces, Social Interaction, Urban Communities, Social Cohesion, Urban Development.

THE ROLE OF ISLAMIC ECONOMICS IN ENHANCING FINANCIAL INCLUSION AND SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

Nabila Suci RAHMADANI
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0000-2283-8769
Nabila Meca ASRI
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0001-3184-1828
Arina MANASIKANA
K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
ORCID ID: 0009-0002-9784-4033

ABSTRACT

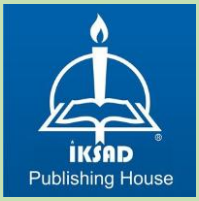
Introduction and Purpose: Islamic economics is an economic system based on Islamic principles that emphasize social justice, equitable wealth distribution, and the prohibition of interest (riba), uncertainty (gharar), and gambling (maysir). This system offers an ethical alternative to conventional economics, aiming to increase financial inclusion and provide socially responsible financial solutions. This study aims to evaluate the role of Islamic economics in enhancing financial access for underserved populations and its contribution to sustainable economic growth.

Materials and Methods: This research employs a qualitative approach through literature review and secondary data analysis, including reports from Islamic financial institutions, academic publications, and national surveys on Islamic financial inclusion. Data are analyzed descriptively and comparatively to identify factors influencing the development of Islamic economics and challenges faced during its implementation.

Results: The findings indicate that Islamic economics has significantly improved financial inclusion, particularly among micro, small, and medium enterprises (MSMEs) that previously had limited access to conventional banking services. Islamic financial products such as mudharabah (profit-sharing), musyarakah (partnership), and murabahah (cost-plus financing) provide fair and Sharia-compliant financing alternatives. Additionally, the Islamic finance industry shows positive growth trends with increased customer base and asset volume. However, major challenges remain, including limited public understanding of Islamic economic principles, low financial literacy, and regulatory frameworks that are not fully supportive of this sector's expansion.

Discussion and Conclusion: Islamic economics holds great potential to drive inclusive and sustainable economic growth. Realizing this potential requires collaboration among governments, financial institutions, and communities to enhance education and literacy on Islamic finance. Furthermore, the development of innovative financial products and responsive regulations is essential to optimize the growth of Islamic economics and maximize its socio-economic benefits. In conclusion, Islamic economics is not merely an alternative financial system but also a comprehensive solution for achieving social justice and economic well-being.

Key Words: Islamic Economics, Financial Inclusion, Islamic Financing, Economic Growth, Financial Literacy, MSMEs





Issued: 25.12.2025
ISBN: ' 978-625-378-509-3 '